Morphologischer und anatomischer Vergleich

der

Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

August Schlickum

aus Winningen an der Mosel.

Marburg 1895.

Morphologischer und anatomischer Vergleich

der

Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

August Schlickum

aus Winningen an der Mosel.

Marburg 1895.

Von der Facultät als Dissertation angenommen am 19. Juli 1895.

Druck von Friedr. Scheel, Cassel.

Herr Professor Arthur Meyer machte mich darauf aufmerksam, dass die Ansichten über die organographische Stellung des Kotyledos der Monokotylen und die richtige phylogenetische Auffassung dieses Organes noch nicht genügend geklärt, und dass vorzüglich auch die Meinungen, welche über den Kotyledo, überhaupt den Embryo der Gramineen geäussert sind, relativ wenig begründet seien. Über den Grasembryo ist eine Arbeit von Bruns (I) erschienen, welche eine kritische Prüfung fordert. Eine Klärung dieser Fragen schien Herrn Professor Meyer durch eine vergleichende Untersuchung der Morphologie, Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Kotyledonen und ersten Laubblätter möglich zu sein. Denn da wir die organographische Stellung eines Gliedes der Pflanze nur durch Feststellung der Ähnlichkeit und Unähnlichkeit zwischen demselben und den anderen Organen bestimmen können, wird die Frage, ob wir den Kotyledo der Monokotylen noch zu den Blättern, also den laubblattähnlichen Organen stellen dürfen, oder ob wir ihm im organographischen System eine Sonderstellung anweisen müssen, falls er mit keinem Hauptorgan der Pflanze genügende Ähnlichkeit zeigt, in erster Linie durch eine entwickelungsgeschichtliche, morphologische und anatomische Vergleichung des Kotyledos mit den anderen Organen, hier also erstlich mit den Laubblättern, zu entscheiden sein. Vorzüglich schien es dabei wichtig, und es ist besonders hervorzuheben, dass die Vergleichung zwischen dem Kotyledo und den Laubblättern stets an derselben Pflanze stattfindet, da wir nur so das allen Organen der Einzelpflanze Eigentümliche eliminieren und zu einer richtigen Bestimmung des für das einzelne Organ Wichtigen gelangen können.

Ich habe es deshalb unternommen, soweit es das Material und die Zeit erlaubten, eine derartige vergleichende Untersuchung durchzuführen.

Wie aus folgender Litteraturzusammenstellung, welcher ich einzelne kurze Bemerkungen über den Inhalt der Arbeiten hinzugefügt habe, hervorgeht, liefern nur ganz vereinzelte Schriften Stoff zu einer genauen Vergleichung in diesem Sinne.

Litteraturverzeichnis.

Eine Zusammenstellung der bis 1884 erschienenen Litteratur, sowie eine ausführliche Darstellung der in Betracht kommenden morphologischen Verhältnisse finden sich in:

1. Klebs, Georg, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung; Untersuch. a. d. Botan. Inst. z. Tübingen, I. Bd., 1881—1885.

Von neueren morphologischen Werken benutzte ich vor allem:

1. Lubbock, Sir John, A contribution to our knowledge of seedlings, II Vol., London 1892,

worin sich ebenfalls eine Litteraturzusammenstellung findet.

Andererseits ist die Zahl der Arbeiten, welche über den anatomischen Bau der in Frage stehenden Keimlinge Aufschluss gewähren, eine geringe, und die Angaben, die sich in ihnen finden, sind oft sehr wenig erschöpfend. Es kommen hier folgende Schriften in Betracht:

I. Sachs, J. von, Zur Keimungsgeschichte der Gräser; Botan. Zeitg. 1862. Angaben über Endosperm und Schildchen von *Zea Mays, Triticum vulgare* und *Hordeum hexastichum.*

II. Sachs, J. von, Zur Keimungsgeschichte der Dattel; Botan. Zeitg. 1862. Angaben über das Endosperm und den Sauger.

III. Sachs, J. von, Ueber die Keimung von *Allium Cepa;* Botan. Zeitg. 1863.

I. Gris, A., Recherches anatomiques et physiologiques sur la germination; Ann. d. sc. nat., Sér. V, T. 2, 1864. Angaben über den Bau des Endosperms und Kotyledos von *Zea Mays, Aegilops speltaeformis, Canna aurantiaca* und *Phoenix dactylifera* (zum Teil aus den Abbildungen abzulesen).

I. Tieghem, M. Ph. van, Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées; Ann. d. sc. nat., Sér. V, T. XV, 1872. Angaben über die Keimlinge einer grösseren Zahl von Gräsern und von *Cyperus reflexus,* sowie über den Leitbündelverlauf vieler anderen monokotylen Keimlinge.

I. Haberlandt, G., Die Schutzeinrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze; Wien 1877. Angaben über die Scheide der Gräser und den Kotyledo von *Allium Cepa.*

I. Solms-Laubach, H. zu, Ueber monokotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt; Botan. Zeitg. 1878. Die Entwickelung des Embryos von *Commelina Karwinskyi* und *Tamus communis,* sowie Angaben über verwandte Arten.

I. Godfrin, M. J., Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen; Ann. d. sc. nat., Sér. VI, T. XIX, 1884. Angaben über das Endosperm und den Kotyledo von *Latania Borbonica, Asparagus maritimus* und *Zea Mays.*

I. Ebeling, Max, Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen; Flora, 68. Jahrg., 1885. Angaben über den Sauger, besonders die Saugerepidermis vieler Arten aus den Familien der Gramineen, Palmen, Cyperaceen, Commelinaceen, Liliaceen, Amaryllidaceen, Iridaceen und Juncaceen.

I. Meyer, Arthur, Beiträge zur Kenntnis pharmazeutisch wichtiger Gewächse; VIII. Ueber die Knollen der einheimischen Orchideen; Archiv der Pharmazie, 24. Bd., 1886. Angaben über Embryonen und Keimpflanzen.

I. Firtsch, Georg, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Keimpflanze der Dattelpalme; Sitzber. d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. z. Wien, Math.-naturw. Klasse, 93. Bd., 1. Abt., 1886.

I. Gehrke, Otto, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie von Palmenkeimlingen; Inaug.-Diss. Berlin 1887. Keimlinge von *Phoenix canariensis, Livistona chinensis (Latania Borbonica), Corypha Canna, Oreodoxa regia, Chamaerops humilis, Ch. elegans, Ch. excelsa (Trachycarpus excelsa), Pritchardia filamentosa, P. filifera, Sabal umbraculifera* und *Areca sapida (Rhopalostylis sap.).*

I. Lewin, Maria, Bidrag till hjertbladets anatomi hos Monokotyledonerna (Beitrag zur Keimblattanatomie der Monokotyledonen); Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, XII. Bandet, III. Afdel., No. 3, 1887. Angaben über den Kotyledo von *Alisma Plantago, A. ranunculoides, Ruppia rostellata, Najas flexilis, Triglochin maritimum, Juncus* spec., *Agave americana, Yucca aloëfolia tricolor, Hyacinthus candicans* (?), *Iris Pseud-Acorus, I. bohemica, Lapeyrousia juncea, Asparagus verticillata, Tamus communis, Dracaena Draco, Commelina coelestis, Tradescantia discolor, T.* spec., *Hedychium Gardnerianum, Musa Ensete, Canna* spec., *C. patens, Arum italicum,* sowie vieler Palmen und Gräser.

I. Kumm, Paul, Zur Anatomie einiger Keimblätter; Inaug.-Diss. Breslau 1889. Angaben über das Schildchen und Zwischenstück von *Zea Mays* und *Coix Lacryma.*

I. Bucherer, Emil, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen; Biblioth. botan., Heft 16, 1889. Angaben über die Keimlinge von *Tamus communis*.

I. Tschirch, A., Die Saugorgane der Scitamineen-Samen; Sitzber. d. Königl. Acad. d. Wiss. z. Berlin, Jahrg. 1890, 1. Halbband. Inhalt im folgenden ausführlicher behandelt.

II. Tschirch, A., Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben; Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. IX, 1890. Abhandlung über den Sauger der Zingiberaceen, Marantaceen, Musaceen, Cannaceen, sowie vieler anderen monokotylen Familien, sowie über den Kotyledo der Monokotylen im allgemeinen.

I. Klotz, Hermann, Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Keimblätter; Inaug.-Diss. Halle 1892. Angaben über den Kotyledo und die ersten Laubblätter von *Allium Cepa* und *A. Porrum*.

I. Bruns, Erich, Der Grasembryo; Flora 1892, Ergänzungsband. Deutung der einzelnen Teile des Grasembryos.

I. Wilczek, Ernst, Beiträge zur Kenntnis des Baues von Frucht und Samen der Cyperaceen; Inaug.-Diss. Zürich 1892. Angaben über das Endosperm und den Embryo von *Carex paradoxa, C. paludosa* und *Scirpus lacustris*, sowie über das Wachsen des Saugers.

I. Didrichsen, F., Afbildninger til Oplysning af Graeskimens Morphologi (Abbildungen zur Klarlegung der Graskeimmorphologie); Botanisk Tidsskrift udgivet af den Botaniske Forening i Kjøbenhavn, 18. Bd., 1892 bis 1893. Die Figuren 72 und 73 stellen den Leitbündelverlauf der Keimlinge von *Melica Caffrorum* dar.

Von der die Embryoentwickelung betreffenden Litteratur benutzte ich vor allem:

I. Hanstein, Johannes, Die Entwickelung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen; Botan. Abhandl. a. d. Gebiet d. Morphol. u. Physiol. von Hanstein, I. Bd., 1871.

Zur Untersuchung wählte ich Vertreter aus den Familien der Juncaginaceen, Alismaceen, Gramineen, Cyperaceen, Palmen, Commelinaceen, Liliaceen, Dioscoreaceen, Iridaceen und Cannaceen. Durch die von mir untersuchten Formen sind die verschiedenen Typen, welche Klebs (I S. 564—578) für die monokotylen Keimlinge aufstellte, mit Ausnahme des letzten alle vertreten. Leider war es mir nicht möglich, Orchideen-Keimlinge zu erhalten. Ebensowenig gelang es mir, von den interessanten Keimpflanzen von *Ruppia* und *Pothos* (vergl. Tschirch II S. 178) mir Exemplare zu verschaffen. Indem ich nun den mehr oder minder hohen Grad der Ähnlichkeit zwischen dem Kotyledo und den ersten Blättern zum Einteilungsprincipe machte, kam ich dazu, eine Reihe von Gruppen aufzustellen, welche wohl bei weiteren Untersuchungen von monokotylen Keimlingen nach dieser Richtung hin im wesentlichen als Anordnungscentren dienen dürften, wenn vielleicht auch die eine oder die andere neue Gruppe hinzugefügt werden muss. Inwieweit meine Gruppen mit den Klebs'schen Typen zusammenfallen, darauf habe ich im Texte jeweilig aufmerksam gemacht.

Bevor ich nun die Besprechung der Resultate meiner Untersuchungen beginne, möchte ich zur Vermeidung von Irrtümern auseinandersetzen, was ich unter gewissen Ausdrücken verstehe, deren ich mich häufiger bediene. Zunächst muss ich darauf hinweisen, dass ich stets die „Kotyledonarscheide" bezw. „Kotyledonarspreite" meine, wenn ich kurzweg von „Scheide" und „Spreite" rede. Wenn der Samen Nährgewebe enthält, nenne ich den im Samen stecken bleibenden, die Nährstoffe aufsaugenden Teil des Kotyledos „Sauger", den frei werdenden, mehr oder minder stielartigen, die Nährstoffe zur Scheide bezw. zum Hypokotyl und weiterhin zur Plumula

leitenden Teil „Leiter“. Unter „Achse“ verstehe ich denjenigen Teil der geometrischen Achse des Keimlings, welcher den gewöhnlichen Bau eines monokotylen Stengels aufweist, in welchem vor allem collaterale oder concentrische Leitbündel in der Mehrzahl auftreten. Als „Hypokotyl“ bezeichne ich den tiefer liegenden Teil der geometrischen Achse, dessen Epidermis und Hypodermis denen der „Achse“ gleich oder ähnlich sind, in welchem aber keine collateralen Leitbündel auftreten, in welchem die Anordnung der Gefässstränge und Siebstränge innerhalb des Centralcylinders vielmehr der bei der Wurzel vorkommenden mehr oder minder ähnlich ist. Wenn ferner eine Kotyledonar- oder Blattscheide so gestaltet ist, dass sie rings um die folgenden Blätter herum einen ununterbrochenen Gewebecomplex bildet und nur oben eine Öffnung darbietet, durch welche die folgenden Blätter austreten können (vergl. Figur 58*), dann bezeichne ich sie kurzweg als „geschlossen“. „Offen“ nenne ich andererseits eine Kotyledonar- oder Blattscheide, wenn eine von oben bis unten hin reichende Region eine natürliche, nicht etwa durch gewaltsames Zerreissen entstandene Gewebetrennung aufweist, gleichgültig, ob äusserlich ein Schlitz wahrnehmbar ist, oder ob die Flügel der fraglichen Scheide so übereinander geschlagen sind, dass sie dem blossen Auge geschlossen erscheint (vergl. Figur 9). Aus dem Gesagten dürfte wohl hervorgehen, was ich weiterhin unter einer „unten geschlossenen, oben offenen“ Scheide verstehe.

Der Kotyledo ist den ersten Laubblättern am ähnlichsten bei den von mir untersuchten Keimlingen von *Triglochin Barrelieri* Loisl., *Triglochin maritimum* L. und *Alisma Plantago* L.

Triglochin Barrelieri Loisl. und T. maritimum L.

Die Keimung beider Arten verläuft so, wie es Klebs (I S. 275) angiebt. Bemerken möchte ich nur, dass die Hauptwurzel, welche anfangs unentwickelt bleibt, später relativ lang wird, dann aber durch Nebenwurzeln ersetzt wird, welche aus dem unteren Achsenteil austreten. Der lange, schmale Samen wird, besonders bei *Triglochin maritimum,* relativ häufig mit aus der Erde herausgezogen und bleibt dem Kotyledo als Mütze aufsitzend. Im allgemeinen wird, wenn zwei Blätter entwickelt sind, durch das Hervorbrechen der Nebenwurzeln die Kotyledonarscheide zum Teil zerstört, und dadurch der ganze Kotyledo zum Absterben gebracht.

Verschieden alte Keimlinge von *Triglochin Barrelieri* werden durch die Figuren 5, 6, 7 und 8 wiedergegeben. Diejenigen des Stadiums der Figuren 5 und 6 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April, diejenigen der Figur 7 bis zum 20. April, diejenigen der Figur 8 bis zum 21. Juni, solche, bei denen das erste Blatt gerade hervorbricht, bis zum 7. April 1894. Figur 10 stellt den Embryo von *Triglochin maritimum* dar. Die Keimlinge dieser Art unterscheiden sich von denen der ersteren nur dadurch, dass alle ihre Teile kräftiger sind.

---

*) Die Abhandlung ist mit den Figuren in der Bibliotheca botanica bei Erwin Nägele in Stuttgart erschienen als Heft 35.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter bestehen aus einer fadenförmigen Spreite und einer offenen Scheide (vergl. Figur 7 und 9). Wir nennen die Teile des Kotyledos kurzweg „Spreite“ und „Scheide“, die der Laubblätter „Blattspreiten“ und „Blattscheiden“.

Der anatomische Aufbau des ausgewachsenen Kotyledos von *Triglochin Barrelieri* (Figur 7 und 9) ist folgender:

Die Spreite lässt keine Differenzierung in einen saugenden und einen nährstoffleitenden Teil erkennen, entsprechend dem Umstande, dass kein Nährgewebe neben dem Embryo im reifen Samen vorkommt, sondern dass die Nährstoffe im Kotyledo angehäuft sind. Die Epidermiszellen, die eine dicke Aussenwand besitzen, erscheinen im Querschnitt quadratisch, mittelgross, im Flächenschnitt langgestreckt, mit fast geraden, nicht gewellten Wänden. Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden (Lewin I S. 5). Im Innern finden sich fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt kreisrund, im Längsschnitt gestreckt sind und zum Teil grosse Intercellularräume zwischen sich lassen. Die Parenchymzellen, besonders die äusseren, enthalten Chlorophyllkörner. In der Mitte verläuft ein Leitbündel, welches collateral ist und im Querschnitt kreisrund erscheint (vergl. Figur 14). Wenn Lewin (I S. 5) sagt, das Keimblatt besitze entweder ein oder drei Leitbündel, so habe ich hierzu zu bemerken, dass in allen von mir untersuchten Fällen der Kotyledo nur ein Leitbündel zeigte, dass man aber leicht bei älteren Stadien, an denen der Kotyledo, ohne dass man es bemerkte, abgestorben ist, das erste Laubblatt mit seinen drei Leitbündeln für den Kotyledo hält.

Die Epidermiszellen der Scheide sind auf der Unterseite denen der Spreite ähnlich; auf der Oberseite sind sie im Querschnitt etwas grösser und besitzen dünnere Aussenwände; Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Neben dem einen Leitbündel liegen fünf Parenchymschichten, und zwar einerseits vier, andererseits eine, während in den Flügeln deren Zahl auf zwei und schliesslich auf eine hinabsinkt. In dem Centralteil treten einige grosse Gewebelücken und einige langgestreckte Zellen mit braunem Inhalt auf. (Auch an frischem Material erscheint der Inhalt der letzteren Zellen braun.)

Das erste Laubblatt zeigt im ausgewachsenen Zustande (Figur 7) folgenden anatomischen Bau. Die Blattspreite besitzt eine Epidermis, wie die Kotyledonarspreite, ferner fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, deren äussere Schichten grosse Intercellularräume enthalten, im Längsschnitt kaum gestreckt und im oberen Blattspreitenteil als Assimilationsparenchym derart ausgebildet sind, dass die einzelnen Zellen etwas unregelmässig gestaltet, gegen die Oberfläche des Organs gestreckt erscheinen und sehr locker neben einander stehen. Im Innern verlaufen drei zuweilen anastomosierende Leitbündel von der Form des Kotyledonarleitbündels (vergl. Figur 15); sie vereinigen sich im oberen Blattspreitenteil zu einem grossen Leitbündel, das in der Mitte verläuft, aber deutlich die Entstehung aus drei Leitbündeln erkennen lässt.

Die Blattscheide unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide im Bau ebenfalls durch den Besitz von drei Leitbündeln, von denen das mittlere etwas grösser erscheint, als die zwei seitlichen.

Das zweite Laubblatt, welches bei Stadien der Figur 7 noch nicht völlig entwickelt ist, zeigt im ausgewachsenen Zustand im wesentlichen den Aufbau des ersten Laubblattes. Bemerkenswert ist nur, dass das Assimilationsparenchym noch besser entwickelt ist, indem die äusseren Parenchymzellreihen im oberen Blattspreitenteil noch mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt sind.

Die folgenden Laubblätter sind insofern abweichend gestaltet, als ihre Blattscheiden farblos bleiben, dickfleischig werden und als Speicherorgane für Stärke dienen (vergl. Figur 8).

In den Achseln der Kotyledonarscheide und der Blattscheiden treten später Adventivknospen auf, die unregelmässig gelagert sind und zunächst keine weitere Sonderung der Gewebe zeigen (vergl. Figur 11, 12 und 13).

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert da, wo die Achse in die Hauptwurzel übergeht. Ein Hypokotyl ist kaum entwickelt (Lewin I S. 4).

Bezüglich des anatomischen Baues des Kotyledos und ersten Laubblattes der jüngeren Stadien ist folgendes zu sagen:

Bei Keimlingen, wie sie Figur 5 darstellt, besitzt der im Samen steckende Kotyledonarteil eine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht besonders widerstandsfähig ist. Die Cuticula des freien Kotyledonarteils ist nicht dicker, aber gegen Chromsäure etwas widerstandsfähiger. Die Epidermis- und Parenchymzellen des im Samen steckenden Teiles erscheinen im Flächen- und Längsschnitt wenig gestreckt, während diejenigen des freien Teiles bereits breiter und länger geworden sind. Spaltöffnungen sind längs der ganzen Spreite schon vorhanden. Die Parenchymzellen des im Samen steckenden Teiles enthalten keine Stärke, sind aber reich an Inhaltsstoffen (Proteinstoffen). Die des freien Teiles führen, besonders unten, Stärke, wie überhaupt in der Umgebung des Vegetationspunktes die Zellen stärkereich sind. Das Leitbündel ist wohl entwickelt (besitzt etwa fünf Gefässe) und geht bis in die Spitze der Spreite. Die Scheide ist kurz und besitzt noch keine Gewebelücken. Das erste Laubblatt, welches aus jugendlichen, im Längsschnitt fast quadratischen Zellen besteht, hat die Keimspalte noch nicht durchbrochen.

Bei Stadien, bei welchen das erste Laubblatt kaum aus der Kotyledonarscheide hervorsieht, ist die Blattscheide auch kurz und besitzt noch keine Gewebelücken. Von den drei Leitbündeln derselben ist nur das mittlere deutlich entwickelt, die seitlichen sind der Anlage nach vorhanden. In der Blattspreite sind die drei Leitbündel dagegen deutlich als solche sichtbar. Die Parenchym- und Epidermiszellen sind zum Teil noch sehr kurz. Spaltöffnungen sind bereits vorhanden.

Triglochin maritimum zeigt im wesentlichen denselben anatomischen Bau, wie *T. Barrelieri*. Bemerkenswert ist nur, dass in der ausgewachsenen Scheide besonders zwei grosse Gewebelücken auffallen, dass die Zellen mit braunem Inhalt hier allgemein auftreten, dass bei einem Stadium, welches dem der Figur 5 analog ist, die Cuticula des im Samen steckenden Teiles gegen Chromsäure sehr widerstandsfähig ist, und dass hier die Epidermis- und Parenchymzellen, welche mehr gestreckt sind, ebenso wie im freien Teile reich an Nährstoffen, und zwar an Stärke, Öl und Aleuronkörnern, sind. Adventivknospen treten später ebenso wie bei *T. Barrelieri* auf (Figur 11—13).

Der Embryo von *T. maritimum* (Figur 10) liegt innerhalb der Samenschale in ein dünnes Häutchen eingebettet. Der Kotyledo ist mächtig entwickelt. Die Zellen desselben sind ungefähr quadratisch. In der Mitte verlaufen die Initialen eines Leitbündels. Die Scheide ist kurz. Ihre Flügel greifen übereinander und liegen mit den Enden fest aufeinander. Am Vegetationspunkt sieht man in Form eines Hufeisens die Anlage des ersten Laubblattes. Die Radicula ist kaum entwickelt. Ein kurzes, etwas verdicktes Hypokotyl ist vorhanden. Die Cuticula des Embryos färbt sich mit Chlorzinkjod rotbraun, ist aber gegen concentrierte Chromsäure und Schwefelsäure nicht widerstandsfähig. In den Zellen des Kotyledos sind reichlich Reservestoffe abgelagert, und zwar Stärke, Aleuronkörner und einige grössere Tropfen fetten Öls.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt gleichen sich also äusserlich völlig. Anatomisch unterscheiden sie sich im wesentlichen dadurch, dass 1) der erstere kein vollkommen differenziertes Assimilationsparenchym und 2) nur ein Leitbündel (statt drei) besitzt. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander, die folgenden sind nur durch dickfleischige Blattscheiden ausgezeichnet. Der an der Übergangsstelle von Wurzel zu Achse inserierende Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Alisma Plantago L.

Die Keimung verläuft so, wie es Klebs (I S. 575) angiebt. Hier entwickelt sich ein langes Hypokotyl (vergl. Tschirch II S. 172 und van Tieghem I S. 271, während Lewin I S. 4 fälschlich angiebt, es sei beinahe kein Hypokotyl vorhanden). Die Hauptwurzel wird auch hier relativ lang. Später treten aus dem unteren Achsenteil zahlreiche Nebenwurzeln aus, welche bewirken, dass man die Hauptwurzel und das Hypokotyl nur mehr schwierig als solche erkennt.

Figur 1 stellt einen jungen Keimling dar. Ältere Keimlinge wurden am 6. Mai 1893 eingesammelt.

Der Kotyledo besteht im ausgewachsenen Zustande (Figur 1 und 2) aus einer fadenförmigen Spreite und einer offenen Scheide (vergl. Lubbock I, Bd. II, S. 584). Der anatomische Aufbau ist folgender:

Die Spreite ist entsprechend dem Fehlen eines Nährgewebes ausserhalb derselben nicht in einen Sauger und einen Leiter differenziert (vergl. Lewin I S. 4). Die Epidermiszellen erscheinen im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, mit wenig verdickten Aussenwänden, im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Spaltöffnungen konnte ich im Gegensatz zu Lewin (I S. 4) nicht wahrnehmen. Wie Figur 3 angiebt, sind nur wenige Kreise von Parenchymzellen vorhanden, welche im Querschnitt rundlich, im Flächenschnitt gestreckt sind, locker neben einander stehen und an zwei Stellen durch Zerreissen Gewebelücken entstehen liessen. Sie enthalten Chlorophyll. In der Mitte verläuft ein Leitbündel (Lewin I S. 4), in welchem nur wenige Gefässe neben den Siebstrangelementen auftreten.

Die Epidermen der Scheide sind beiderseits gleich gestaltet. In der Centralpartie liegen zwischen ihnen einige Parenchymzellen und das Kotyledonarleitbündel, auf dessen beiden Seiten je eine Gewebelücke sich findet. In den Flügeln ist die Zahl der Parenchymschichten = 0.

Die drei ersten Laubblätter bestehen im ausgewachsenen Zustande (älteres Stadium) aus einer flächenförmig ausgebreiteten, linealen, dünnhäutigen Blattspreite (vergl. Figur 1) und einer offenen Blattscheide (vergl. Lubbock I, Bd. II, S. 584). Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen sind im Querschnitt denen der Kotyledonarspreite ähnlich, im Flächenschnitt aber kaum gestreckt. Spaltöffnungen treten reichlich auf. Die Parenchymverteilung wird durch die Figur 4 angegeben. Es treten in regelmässiger Weise vier grosse und vier kleinere Gewebelücken auf. Die Parenchymzellen sind denen der Kotyledonarspreite ähnlich. Es treten drei vielfach anastomosierende Leitbündel auf, welche ebenso wie das Kotyledonarleitbündel schwach entwickelt sind. Nur das deutlicher hervortretende, von Lubbock allein wahrgenommene (I, Bd. II, S. 584) mittlere Leitbündel weist neben den

Siebstrangelementen Gefässe in etwas grösserer Zahl auf. In ihm tritt eine kleine Gewebelücke auf, was in dem Gefässstrang der Leitbündel der späteren Blattstiele allgemein vorkommt (vergl. Fietsch I S. 347). — Die Blattscheide zeigt einen ähnlichen Bau wie die Blattspreite, nur schliesst sich jederseits ein Flügel an, der nur aus den zwei Epidermen besteht. Sie unterscheidet sich also von der Kotyledonarscheide wesentlich durch den Besitz von drei Leitbündeln und andere Parenchymverteilung.

Das vierte und fünfte Laubblatt des älteren Stadiums haben löffelartige Gestalt angenommen.

Der Kotyledo inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Die Epidermis und Hypodermis des letzteren sind wie die der Achse gestaltet, das Leitbündel wie das der Hauptwurzel. In der Mitte des Leitbündels befindet sich nur ein Gefäss, um dasselbe herum liegen wenige Siebstrangelemente und eine Endodermis.

Im Stadium der Figur 1 ist das erste Laubblatt noch nicht ausgewachsen. Die Blattscheide besitzt zwar schon die charakteristische Ausbildung. In der Blattspreite sind die Gewebe aber noch ziemlich compact. Spaltöffnungen sind wohl ausgebildet. Das jugendliche zweite Laubblatt setzt sich aus einer sehr kurzen, aber den beschriebenen Bau schon darbietenden Blattscheide und einer meristematischen Blattspreite zusammen. In letzterer treten drei Leitbündelanlagen innerhalb dreier Parenchymschichten auf.

Der Embryo ist bereits von Hanstein seiner Entwickelungsgeschichte nach untersucht und abgebildet (I Tafel 8 und 9).

Der Kotyledo unterscheidet sich also vom ersten Laubblatt 1) dadurch, dass seine Spreite stielrund (nicht flächenartig ausgebreitet, dünnhäutig) ist, 2) durch etwas andere Ausbildung der Epidermis, 3) durch andere Parenchymverteilung (vergl. Figur 3 und 4) und 4) durch den Besitz nur eines Leitbündels (statt drei). Die ersten drei Laubblätter sind vollkommen gleich gebaut. Die Insertion des Kotyledos erfolgt da, wo die Achse in das lange Hypokotyl übergeht.

Triglochin Barrelieri, *T. maritimum* und *Alisma Plantago*, deren Kotyledo später Assimilationsfunction übernimmt, und deren Samen des Endosperms und Perisperms entbehren, sind nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus VI zu stellen (Klebs I S. 575), welcher nach Klebs für die Sumpf- und Wasserpflanzen charakteristisch ist. Da nun andererseits gerade die zu den Helobien gehörenden Potamogetonaceen, Najadaceen, Aponogetonaceen, Juncaginaceen, Alismaceen, Butomaceen und Hydrocharitaceen (neben einigen Araceen und den Orchidaceen) des Nährgewebes entbehren (vergl. Tschirch II S. 171), und da bei ihnen der Kotyledo später Assimilationsfunction übernimmt, dürfte wohl die Mehrzahl der hierhin gehörenden Formen, so z. B. *Alisma ranunculoides* (vergl. Lewin I S. 4), *Sagittaria sagittaefolia*, *Stratiotes aloides* (vergl. Lubbock I, Bd. II, S. 560 und 561), sich an die drei untersuchten Arten anschliessen. Charakteristisch für diese Gruppe ist, dass der Kotyledo den ersten Laubblättern ähnlich ist, im Aufbau aber keineswegs mit ihnen völlig übereinstimmt.

Bei denjenigen Monokotylen, deren Samen neben dem Embryo Nährgewebe enthalten, und deren Kotyledonen später Assimilationsfunction übernehmen, tritt eine Differenzierung der Kotyledonarspreite in einen nährstoffsaugenden Teil, den „Sauger“, und einen freien, nährstoffleitenden Teil, den „Leiter“, ein, und

die Gesamtheit von Leiter und Scheide verhält sich später physiologisch wie die ersten Laubblätter, ist ihnen bei den von mir untersuchten Keimlingen von *Asphodelus fistulosus* L., *Hyacinthus candicans* Back. und *Allium fistulosum* L. auch anatomisch ähnlich, wenngleich ebensowenig, wie bei der vorhergehenden Gruppe, gleich.

Die Keimung dieser drei Arten verläuft so, wie es Klebs (I S. 573) beschreibt, nur ist zu bemerken, dass meine Exemplare von *Asphodelus fistulosus* und *Hyacinthus candicans* den Samen stets mit aus der Erde herauszogen.

Asphodelus fistulosus L.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 16—19 wiedergegeben. Diejenigen des Stadiums der Figur 18 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 1. April, die der Figur 19 bis zum 7. April, ferner ältere Keimlinge, bei denen das erste Laubblatt entwickelt (von der Länge des Kotyledos), ein zweites und drittes Blatt in Entwickelung waren, bis zum 18. April 1894. Figur 22 stellt den Embryo dar.

Der etwas keulenförmig angeschwollene Sauger (Figur 21) stirbt ab, wenn das Endosperm verbraucht ist, und der Kotyledo sich zum Assimilationsorgan umbildet, was die Ähnlichkeit eines völlig ausgewachsenen Kotyledos mit dem ersten Laubblatt noch vermehrt. Im Stadium der Figur 19 ist der Sauger bereits vertrocknet, wenn er mitsamt dem Samen auch noch dem sattgrünen Leiter anhaftet, was später nicht mehr der Fall ist. Der ausgewachsene Kotyledo besteht aus einem lang-cylindrischen Leiter und einer fast bis untenhin offenen Scheide (Figur 20). Der anatomische Bau (älteres Stadium) ist folgender:

Die Epidermiszellen des Leiters erscheinen im Querschnitt ungefähr quadratisch, mit dicker Aussenwand, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden, nicht gewellten Wänden. Dadurch, dass in Intervallen von sechs bis acht, seltener mehr Epidermiszellenreihen eine Längsreihe etwas vorragt, und dadurch, dass deren Aussenwände in der Mitte besonders verdickt sind (ähnlich, wie es Figur 39 für das erste Blatt von *Allium fistulosum* darstellt), ist der Leiterquerschnitt nicht kreisrund, sondern zeigt kleine Rippen und breite, seichte Einbuchtungen (Figur 23). Spaltöffnungen sind vorhanden. Nach innen zu folgen auf die Epidermis zwei bis drei Kreise von Assimilationsparenchym mit kleineren und grösseren Intercellularräumen. Die Zellen der äussersten Schicht sind gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, während die inneren Assimilationszellen ziemlich isodiametrisch, im oberen Leiterteil jedoch auch gegen die Oberfläche des Organs etwas gestreckt sind. Zwischen den Assimilationsparenchymzellen liegen einzelne Zellen, welche in der Längsrichtung des Organs gestreckt und mit Raphiden erfüllt sind. Weiter nach innen hin finden sich vier Kreise von chlorophyllfreien, im Querschnitt gross, polygonal, im Längsschnitt gestreckt erscheinenden, kleine Intercellularräume einschliessenden Parenchymzellen. Im peripherischen Teile dieser Gewebepartie verlaufen drei collaterale, nichts besonderes aufweisende Leitbündel (Figur 23).

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind im offenen Teile denen des Leiters gleich (auch sind Leisten und Furchen vorhanden); diejenigen der Oberseite besitzen dünnere Aussenwände, bilden keine Rippen und sind weniger gestreckt, auch scheinen die Spaltöffnungen zu fehlen. Auf die Epidermiszellen der Unterseite folgen zwei Schichten von assimilierenden, rundlichen, in der Längs-

richtung kaum gestreckten, viele Intercellularräume umfassenden Parenchymzellen. Zwischen diesen und den Epidermiszellen der Oberseite liegen vier Schichten grosser, im Querschnitt polygonal, im Längsschnitt etwas gestreckt erscheinender, chlorophyllfreier, kleinere Intercellularräume umschliessender Parenchymzellen. In deren äusserer Partie verlaufen die drei collateralen Leitbündel. In den Flügeln liegt zwischen den zwei Epidermen keine oder eine Reihe farbloser Parenchymzellen. Allenthalben finden sich Raphidenzellen. — Im geschlossenen Scheidenteil bilden die Epidermiszellen der Unterseite keine Rippen. Die drei Leitbündel sind etwas auseinander gerückt, stehen immerhin aber noch alle auf dem Halbkreis, welcher als Centralpartie zu bezeichnen ist. Hier sind eine Schicht assimilierender, aber nicht chlorophyllreicher und zwei Schichten grosser, farbloser Parenchymzellen neben und zwischen den Leitbündeln vorhanden. Gegenüber liegen zwischen den Epidermen nur zwei Schichten farbloser Parenchymzellen.

Die ersten Laubblätter bestehen aus einer lang-cylindrischen Spreite und einer fast bis unten hin offenen Blattscheide.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium) schliesst sich im anatomischen Bau wesentlich dem Leiter und der Kotyledonarscheide an. Bezüglich der Blattspreite ist jedoch hervorzuheben, dass das Assimilationsparenchym insofern ausgebildeter ist, als auch im unteren Teile die Zellen der zwei Schichten gegen die Oberfläche gestreckt sind, und dass statt dreier Leitbündel deren sieben vorhanden sind, deren Gefässstränge die Siebstränge nicht, wie im Leiter, etwas umfassen, welche anastomosieren und verschieden hoch reichen, sodass im oberen Blattspreitenteil nur mehr drei Leitbündel vorhanden sind, wodurch die Blattspreitenspitze der Leiterspitze sehr ähnlich wird. In dieser Spitze treten die Epidermisrippen nur wenig hervor, auch ist die Zahl der farblosen inneren Parenchymzellen ähnlich, wie in der Leiterspitze, vermindert. — Die Blattscheide unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide ferner dadurch, dass im Centralteil eine grössere Zahl von Parenchymschichten zusammen liegt, innerhalb deren sieben Leitbündel verlaufen, und zwar fünf in der Aussenpartie der farblosen Zellen und zwei kleinere neben der Epidermis der Oberseite. Im geschlossenen Teile der Blattscheide finden sich der Centralpartie gegenüber zwischen den Epidermen gar keine Parenchymzellen.

Das zweite Laubblatt des älteren Stadiums war noch nicht ausgewachsen (ungefähr 7 cm lang). Eine Blattscheide war noch nicht zur Ausbildung gelangt. Die Blattspreite war im unteren Teile noch unentwickelt. Im mittleren und oberen Teile zeigte sie aber im wesentlichen den Aufbau der ersten Blattspreite. Nur treten im mittleren Teile nur sechs Leitbündel auf, und das Assimilationsparenchym ist hier schon entwickelter, als im ersten Blatt, indem die Zellen mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt erscheinen.

Das dritte Blatt, das erst eine Länge von 3 cm erreicht hat, erscheint noch ganz unentwickelt, schliesst sich dem Princip nach im Aufbau aber offenbar an das zweite Laubblatt an.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander nehmen $^2/_5$-Stellung ein. Die Insertion des Kotyledos erfolgt an einer Stelle, die noch Achsenstructur darbietet. Direct unterhalb findet aber der Übergang zur Hypokotylstructur statt. Hier bilden die Gefässe der Leitbündel ein nicht verfolgbares Gewirr. Weiter nach unten zeigt das Hypokotyl, das gut entwickelt, ungefähr 3 cm lang ist, ein Leitbündel, welches dem der Wurzel ähnlich ist, und eine Epidermis und Hypodermis, welche so wie die der Achse gestaltet sind. Schon im oberen Hypokotylteil brechen Neben-

wurzeln hervor. Die sich im oberen Teile bereits verzweigende Hauptwurzel wird von einem pentarchen Leitbündel durchlaufen.

An Keimlingen vom Stadium der Figur 19 untersuchte ich das jugendliche erste Laubblatt. Dasselbe schliesst sich im Bau im wesentlichen an die Jugendform des dritten Laubblattes des älteren Stadiums an. Eine Blattscheide ist noch nicht ausgebildet. Die Blattspreite zeigt im unteren Teile fünf Leitbündel, während das Assimilationsparenchym noch unentwickelt ist, und von den Epidermiszellen keine als rippenbildende ausgestaltet sind. Die Epidermis- und Parenchymzellen sind noch nicht gestreckt. Im oberen Teile sind die einzelnen Elemente der Blattspreite bereits ausgebildet. Epidermis und Assimilationsparenchym nähern sich der vollendeten Form. Die inneren, farblosen Parenchymzellen sind bereits gestreckt. Jedoch ist hier nur ein Leitbündel vorhanden.

Keimlinge, deren Kotyledo sich bereits gestreckt hat, bei denen ein erstes Laubblatt aber aussen noch nicht zu sehen ist, besitzen noch ihren Sauger (Figur 21), während das Endosperm grösstenteils verzehrt ist. Diejenigen Endospermzellen, welche noch intact sind, sind senkrecht zur Oberfläche des Saugers gestreckt und enthalten viel Proteinstoffe und (mit concentrierter Schwefelsäure braungrau werdendes) Öl. Die Epidermiszellen des Saugers sind im Querschnitt klein, quadratisch, im Flächenschnitt kurz-polygonal, an der Saugerspitze auch quadratisch. Eine Cuticula ist weder mit Chlorzinkjod noch mit Chromsäure nachweisbar, während dies für den oberen Leiterteil leicht gelingt. Die Epidermiszellen des Saugers, die demnach im Jugendzustande stehen gebliebene gewöhnliche Epidermiszellen sind, enthalten, ebenso wie die folgenden Parenchymzellen, viel Proteinstoffe. Mit dem Endosperm stehen sie in so innigem Zusammenhang, dass man dies kaum von ihnen entfernen kann. Nach innen zu liegen fernerhin im Sauger fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, welche ziemlich gross, polygonal bis rundlich sowohl im Querschnitt wie im Längsschnitt erscheinen und Intercellularräume zwischen sich lassen. Innerhalb derselben verlaufen bis in die Saugerspitze hinein drei Leitbündel. Von den Parenchymzellen enthalten besonders die äusseren neben den reichlich vorhandenen Proteinstoffen Stärke und (mit concentrierter Schwefelsäure braungrau werdendes) Öl.

Bezüglich der in Rede stehenden Keimlinge ist noch zu bemerken, dass der obere Teil des Leiters bereits entwickelt ist, während der untere Leiterteil noch nicht ausgebildet ist, indem die Parenchymzellen, vornehmlich die inneren, noch sehr kurz sind. Eine Scheide ist in den ersten Anfängen vorhanden. Das Hypokotyl ist schon gut entwickelt.

Die einzelnen Zellen des Embryos (Figur 22) sind noch embryonal. Leitbündelinitialen sind vorhanden, was man besonders an Querschnitten erkennt. Die Radicula ist gut ausgebildet und verhältnismässig lang. Von einem ersten Laubblatt ist nur der erste Anfang sichtbar. Die Kotyledonarscheide ist kurz, offen; zwischen ihren Flügeln verläuft als kleiner, der Längsrichtung des Embryos folgender Schlitz die Keimspalte. Am unteren Teile des Embryos lässt sich mit Chlorzinkjod und concentrierter Schwefelsäure, weniger deutlich mit Chromsäure, eine äusserst feine Cuticula nachweisen. Die Parenchymzellen des Embryos enthalten keine Stärke, dagegen viel Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich, mit Jodlösung gelbbraun färbt.

Das Endosperm erscheint vor Beginn der Keimung hornartig. Die Zellwände sind etwas verdickt. Im Innern findet sich reichlich Öl, welches mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich wird, in Chloralhydrat sich langsam löst.

Der keulig verdickte, am ausgewachsenen Kotyledo aber bereits abgestorbene Sauger unterscheidet sich im Bau vom Leiter wesentlich dadurch, dass 1) seine Epidermiszellen aussen dünnwandiger sind und einer Cuticula entbehren, 2) dass Spaltöffnungen und ein Assimilationsparenchym fehlen, und dass 3) die Epidermis- und Parenchymzellen relativ kurz sind. Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der ausgewachsene Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) durch die geringere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 2) durch die geringere Leitbündelzahl (drei statt sieben verschieden hoch reichender) und 3) dadurch, dass die Kotyledonarscheide in der Centralpartie dünner ist, als die Blattscheide. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander. Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander nehmen $^2/_5$-Stellung ein. Die Insertionsregion des Kotyledos besitzt noch Achsenstructur, während direct unter ihr das Hypokotyl beginnt.

Hyacinthus candicans Back.

Die Keimlinge sind kräftiger, als die sonst ähnlichen von *Asphodelus fistulosus*. Der Figur 18 analoge Stadien erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 9. April, der Figur 19 analoge bis zum 7. Mai, solche der Figur 25 bis zum 18. Juni 1894. Figur 28 stellt den Embryo dar.

Der kaum keulenartig angeschwollene, kurz-cylindrische Sauger (Figur 26) stirbt nach Erfüllung seiner saugenden Function ab und ist am ausgewachsenen Kotyledo nicht mehr vorhanden. Dieser besteht aus einem lang-cylindrischen Leiter, welcher im unteren Teile auf der Oberseite nur etwas rinnenförmig vertieft ist, und einer geschlossenen Scheide (Figur 27). [Lewins Beschreibung (I S. 6 und 7) und Abbildungen (I Figur 4—9) zeigen klar, dass ihm nicht Material von *Hyacinthus candicans* Back., sondern irgend welches anderes zur Verfügung stand.] Der anatomische Aufbau des ausgewachsenen Kotyledos (Figur 25 und 27) ist folgender:

Die Epidermiszellen des Leiters erscheinen im Querschnitt so, wie es Figur 30 für jüngere Stadien angiebt, d. h. etwas gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, aussen dickwandig, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind wohl ausgebildet. An die Epidermis schliessen sich zwei bis drei Schichten von Assimilationsparenchym an, dessen Zellen im oberen Teil im Querschnitt rundlich sind und grössere Intercellularräume zwischen sich lassen, im Längsschnitt so erscheinen, wie es Figur 31 angiebt; im unteren Teil sind die Zellen mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt. Darauf folgen ungefähr vier Kreise nicht assimilierender, im Querschnitt gross, unregelmässig rundlich, im Längsschnitt gestreckt erscheinender Parenchymzellen, welche in der Mitte besonders gross sind und leicht zerreissen. In der Peripherie dieser Gewebepartie laufen einander opponiert zwei collaterale Leitbündel (Figur 32).

Die Scheide ist zum Teil durch die heranwachsenden ersten Blätter gesprengt. Die nach aussen zu liegenden Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt mehr quadratisch, als die des Leiters, im Flächenschnitt weniger gestreckt; Spaltöffnungen sind in spärlicher Zahl vorhanden. Die nach dem Innern

gerichteten Epidermiszellen der Oberseite erscheinen im Querschnitt klein, etwa fünf- oder vierseitig, mit dünneren Aussenwänden, im Flächenschnitt kurz bis wenig gestreckt; Spaltöffnungen scheinen hier nicht vorzukommen. Zwischen den Epidermen liegen einerseits vier bis fünf, andererseits sieben bis neun Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich-polygonal, im Längsschnitt kurz-polygonal aussehen, viel Stärke enthalten und kleine Intercellularräume umschliessen. In der breiteren Centralpartie verlaufen die zwei Leitbündel so, wie es Figur 33 andeutet. Im unteren Kotyledonarteil kommen im peripherischen Teile zahlreiche Zellen mit Raphidenbündeln vor. Die Richtung der einzelnen Raphiden ist die Längsrichtung des Organs.

Die ersten Blätter bestehen aus einer lang-cylindrischen, jedoch etwas abgeflachten und, besonders im mittleren und unteren Teile, auf der Oberseite rinnenförmig vertieften Blattspreite und einer geschlossenen Blattscheide.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 25) zeigt folgenden anatomischen Bau. Der obere und mittlere Blattspreitenteil hat Ähnlichkeit mit dem Leiter. Das Assimilationsparenchym ist aber weiter entwickelt, indem die Zellen der beiden ersten Schichten stark gegen die Oberfläche des Organs gestreckt sind. In der Peripherie des nicht assimilierenden Parenchyms, welches entsprechend dem grösseren Umfang eine grössere Zellenzahl aufweist, als das des Leiters, liegen sieben bis zehn verschieden starke Leitbündel (Figur 34). Der untere Blattspreitenteil ist zufolge der starken Rinne, welche die Oberseite darbietet, im Querschnitt halbmondförmig (Figur 35). Die Epidermis bietet nichts besonderes. Spaltöffnungen finden sich beiderseits. An die Epidermis schliessen sich eine bis zwei Schichten von Assimilationsparenchymzellen an, welche im Quer- und Längsschnitt rundlich sind. Zwischen denselben liegen die nicht assimilierenden Parenchymzellen, welche im Querschnitt kleiner, kreisrund, im Längsschnitt kaum gestreckt erscheinen. In der Centralpartie sind etwa neun Schichten, in den Flügeln schliesslich nur mehr eine Schicht solcher Zellen vorhanden. An der der Blattunterseite zugewendeten Peripherie dieser Gewebepartie verlaufen die zehn ungleich starken Leitbündel (Figur 35). — Die kurze Blattscheide ist rings fast gleich dick, dicker, als die Kotyledonarscheide; es ist eine Zwiebel im Entstehen begriffen. Die Epidermis der Oberseite und Unterseite gleicht der der Kotyledonarscheide, die Zellen sind nur etwas kleiner und kürzer. Dazwischen liegen zwölf bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt ziemlich klein, rundlich bis polygonal, im Längsschnitt kurz-polygonal sind, ausserordentlich viel Stärke enthalten und kleine Intercellularräume umfassen. Innerhalb derselben verlaufen neun mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel und zahlreiche kleine, unentwickelte Leitbündel. Im peripherischen Teil der unteren Blattpartie befinden sich ebenfalls zahlreiche in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckte Zellen mit Raphidenbündeln.

Das zweite Blatt schliesst sich im Bau im wesentlichen an das erste Laubblatt an. Der obere und mittlere Blattspreitenteil sind beim Stadium der Figur 25 entwickelt. Hier treten vier bezw. sieben anastomosierende Leitbündel auf. Der stark rinnenförmig vertiefte untere Blattspreitenteil ist noch nicht völlig ausgebildet, indem sämtliche Zellen noch kurz sind, wohingegen Spaltöffnungen wenigstens zum Teile bereits fertig sind. Im Querschnitt sieht man sieben mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel längs der Unterseite und drei unausgebildete Leitbündelchen längs der Oberseite verlaufen. Die Blattscheide ist ebenfalls kurz, dicklich, ausserordentlich stärkereich, im wesentlichen der des ersten Laubblattes ähnlich. Raphidenzellen sind ebenfalls in grösserer Zahl vorhanden.

Das dritte Blatt des Stadiums der Figur 25 ist noch ziemlich jung, schliesst sich im Bau aber dem zweiten ganz an. Der ausgebildete obere Blattspreitenteil zeigt sechs oder sieben Leitbündel. Der mittlere Blattspreitenteil, bei welchem vor allem das Assimilationsparenchym noch nicht entwickelt ist, zeigt deutlich das Princip des Aufbaues des zweiten Blattes. Der stark rinnenförmig vertiefte untere Blattspreitenteil und die Blattscheide sind noch sehr kurz. Letztere ist dicklich, stärkereich. Die Leitbündel sind meist noch nicht fertig.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Bei Keimlingen, welche denen der Figur 19 analog sind, ist zwar die Scheide und der Leiter noch unvollendet, der Sauger aber wohl erhalten; das erste Laubblatt ist jugendlich.

Die Epidermiszellen des Saugers (Figur 26) sind im Querschnitt klein, quadratisch, im Längsschnitt wenig gestreckt, an der Spitze ebenfalls quadratisch. Die Aussenwand ist mässig verdickt, wie es Figur 29 zeigt (vergl. Ebeling I S. 193). Weder mit Chlorzinkjod noch mit Chromsäure lässt sich deutlich eine Cuticula nachweisen, während der obere Leiterteil (direct vor dem Samen) eine leicht zu erkennende starke Cuticula besitzt. Spaltöffnungen und ein Assimilationsparenchym sind nicht vorhanden. Die Epidermis umschliesst ungefähr sechs Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt ziemlich gross, rundlich-polygonal, im Längsschnitt etwas gestreckt erscheinen und kleine Intercellularräume umfassen, und die zwei bis in die Spitze reichenden Leitbündel.

Eine Vergleichung eines 1 cm langen ersten Laubblattes mit einem ebensolangen Kotyledo zeigt, dass abgesehen vom Sauger Kotyledo und Laubblatt sich wesentlich nur durch die Leitbündelzahl unterscheiden, indem ersterem stets zwei Leitbündel, letzterem im unteren Teile sieben, im oberen Teile noch drei Leitbündel zukommen. Assimilationsparenchym und Scheide sind beiderseits noch kaum entwickelt.

Die Insertion des Kotyledos untersuchte ich an Keimlingen, bei welchen das erste Laubblatt die Scheide noch nicht durchbrochen hat, bei denen noch keine Nebenwurzeln vorhanden sind. Rechts und links von der Knospe treten die zwei Leitbündel aus dem Kotyledo aus, neigen sich zusammen und vereinigen sich am verdickten Übergangsglied zur Wurzel derart, dass die einzelnen Gefässe jedes Leitbündels in den verschiedenen Gefässsträngen des nunmehr beginnenden Wurzelleitbündels ihre Fortsetzung finden. Ein Hypokotyl ist hier nicht unterscheidbar. Der obere Wurzelteil weist zahlreiche Wurzelhaare auf, während solche an dem Hauptteil der Wurzel nur spärlich auftreten. Das Wurzelleitbündel ist triarch, tetrarch oder pentarch.

Der gekrümmte Embryo (Figur 28), der in seltenen Fällen fast gerade ist, besteht aus meristematischen Zellen, welche alle sehr kurz sind. Leitbündelinitialen sind vorhanden. Die Radicula ist gut ausgebildet, wenn auch kurz. Ein erstes Laubblatt ist am Vegetationspunkt noch kaum differenziert. Die Kotyledonarscheide ist sehr kurz. Die Keimspalte bildet einen kleinen, in der Längsrichtung des Embryos verlaufenden Schlitz. Der Embryo besitzt wenigstens zum Teil eine äusserst feine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht widerstandsfähig ist. Er enthält keine Stärke, wohl aber Proteinsubstanzen und Öl, welche das Zellnetz sehr undeutlich machen, mit Alkohol und Chloralhydrat sich aber leicht herausziehen lassen. Das Öl färbt sich mit Jodlösung rotbraun.

Die Zellwände des Endosperms sind etwas verdickt und stark netzförmig getüpfelt (grosse Tüpfel). Die Zellen enthalten Proteinstoffe und Öl, nicht aber Stärke.

Der kaum keulenartig verdickte, nach Vollendung der Saugfunction absterbende Sauger steht also zum Leiter in einem ähnlichen Verhältnis, wie Sauger und Leiter von *Asphodelus fistulosus.* Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der ausgewachsene Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) dadurch, dass der Leiter stielrund, nur im untersten Teile auf der Oberseite etwas rinnenförmig vertieft ist, während die Blattspreite etwas abgeflacht, im mittleren und unteren Teile deutlich bis stark rinnenförmig vertieft ist, 2) durch die etwas unvollkommenere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 3) durch die geringere Zahl der Leitbündel (zwei statt zahlreicherer, anastomosierender, verschieden weit emporsteigender) und 4) dadurch, dass die Kotyledonarscheide dünn bleibt, die Blattscheide dagegen dicklich und überall gleich dick wird. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander. Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert an der Übergangsstelle von Achse zu Wurzel.

Allium fistulosum L.

Diese Art verhält sich im wesentlichen so, wie es Klotz (I S. 41—50) für *Allium Cepa* L. und *A. Porrum* L. beschreibt. Bemerken möchte ich nur, dass der Sauger, welcher gekrümmt im Endosperm liegt (Figur 36) und länger, als der Samen, aber nicht dicker, als das obere Leiterende ist, am untersten Ende eine deutlich nachweisbare, wenn auch dünne Cuticula besitzt, dass ich am übrigen Teile aber weder mit Chlorzinkjod, noch mit Chromsäure eine Cuticula nachweisen konnte, während andererseits die Leiterspitze bereits eine sehr dicke Cuticula aufweist. Am Knie des Leiters konnte ich bei meinen Keimlingen von *Allium fistulosum* ebensowenig, wie an denen von *Hyacinthus candicans,* einen Parenchymkegel wahrnehmen. Die Zellen, welche auf der convexen (oberen) Seite des Knies liegen, erscheinen etwas grösser, als diejenigen, welche auf der concaven (unteren) Seite sich befinden. (Vergl. Klotz I S. 47.) Die einen milchigen Inhalt führenden Schläuche (vergl. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane etc., S. 154) kommen nicht nur in den ersten Laubblättern, sondern auch im Kotyledo vor. Während die Aussenwände der Epidermiszellen des Kotyledos in der Mitte nur wenig dicker, als sonst sind, ist dies bei den ersten Laubblättern in stärkerem Masse der Fall, bei vielen Epidermiszellen finden sich sogar starke Längswandleisten in der Mitte, wie es Figur 39 im Querschnitt darstellt. Sowohl bei den Blattscheiden, wie bei der Kotyledonarscheide sind die Aussenwände der Epidermiszellen der Oberseite gleichmässig und nicht sehr stark verdickt.

Während der Kotyledo abgesehen vom Sauger äusserlich den ersten Laubblättern gleicht, indem der Leiter und die Blattspreiten lang-cylindrisch sind, die Kotyledonarscheide und die Blattscheiden ziemlich gross, geschlossen, nur oben offen sind, besitzen sie im ausgewachsenen Zustande auch eine ähnliche anatomische Zusammensetzung. Die Blattspreiten unterscheiden sich vom Leiter durch den Besitz von Wandleisten an vielen Zellen der Epidermis, dadurch, dass die erste Schicht des Assimilationsparenchyms mehr pallisadenartig ausgebildet ist, durch das Vorhandensein einer grösseren Zahl von gewöhnlichen Leit-

bündeln statt eines einzigen, das zwei Siebstränge und drei dazwischen liegende Gefässstränge aufweist (vergl. Klotz I S. 48 und 49), und dadurch, dass sich im Centrum (abgesehen von der Spitze) eine grosse Gewebelücke findet (vergl. Figur 40 und 41). Die Blattscheiden besitzen im Gegensatz zu der Kotyledonarscheide an der Epidermis der Unterseite ebenfalls viele Längswandleisten und eine grössere Leitbündelzahl. Es treten fünf Leitbündel in jedes Blatt ein, teilen sich und anastomosieren im weiteren Verlaufe, sodass man auf Querschnitten durch die Blattscheide fünf bis sieben, auf solchen durch die Blattspreite gewöhnlich sieben, in der Spitze aber nur mehr drei bis vier Leitbündel sieht.

Der Sauger, der am ausgewachsenen Kotyledo vertrocknet ist (vergl. Klotz I S. 49), jedoch an Keimlingen, welche etwas jünger sind, als die analogen der Figur 19, noch gut erhalten ist, unterscheidet sich vom Leiter dadurch, dass die Epidermiszellen (abgesehen vom unteren Saugerende) keine Cuticula besitzen, aussen dünnwandig (vergl. Ebeling I S. 192) und wenig gestreckt, an der Spitze sogar ziemlich würfelförmig sind, und dadurch, dass ein Assimilationsparenchym nicht differenziert ist, die Parenchymzellen der fünf Kreise vielmehr gleichartig gestaltet, isodiametrisch, überall gleich gross sind.

Klotz sagt in seiner Arbeit nichts über die Blattstellung und die Kotyledonarinsertion. Bei *Allium fistulosum* nehmen die ersten Laubblätter und der Kotyledo $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertion des letzteren untersuchte ich an ziemlich jungen Keimlingen, da später die zahlreichen Nebenwurzeln die Beobachtung erschweren. Das Kotyledonarleitbündel setzt sich an das Hypokotylleitbündel da an, wo der Übergang zur Achsenstructur stattfindet. Das Hypokotyl ist wenigstens bei den jungen Stadien sehr kurz. Sein Leitbündel ist dem der Wurzel ähnlich; Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse gleich. Das Wurzelleitbündel ist diarch.

Der Embryo (Figur 38) enthält ebenso, wie das hornartige Endosperm, viel Proteinstoffe und Öl, aber keine Stärke. Die Öltropfen färben sich mit Jodlösung gelbbraun, bleiben aber bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos. Der Embryo besitzt wenigstens teilweise eine feine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod gelbbraun bis rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht widerstandsfähig ist.

Junge Keimlinge erhielt ich in der Zeit vom 19. April bis zum 30. April, ältere bis Mitte Mai, alte bis Anfang Juni 1894.

Der nicht keulenartig verdickte, aber relativ lange, am ausgewachsenen Kotyledo abgestorbene Sauger und der Leiter verhalten sich im Bau also ähnlich zu einander, wie die von *Asphodelus fistulosus*. Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) durch den Mangel der Wandleisten an den Epidermiszellen, 2) durch die etwas unvollkommenere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 3) durch die geringere Zahl (eins statt fünf sich teilender) und andere Ausbildung der Leitbündel (vergl. Figur 40 und 41). Das erste und zweite Laubblatt stimmen im Aufbau im wesentlichen überein. Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Asphodelus fistulosus, Hyacinthus candicans und *Allium fistulosum,* deren Kotyledonen später Assimilationsfunction übernehmen, und deren Samen Endosperm enthalten, gehören nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus V (Klebs I S. 573 und 574). Wahrscheinlich schliesst sich die Mehrzahl der zu

diesem Typus gerechneten Formen an die drei untersuchten Arten an, so vor allem *Allium Cepa* L. und *A. Porrum* L. (Klotz I S. 41 etc.), ferner wohl *Agave americana* L. (vergl. Lewin I S. 5) und *Juncus* spec. (vergl. Lewin I S. 5), welch letztere Klebs zum Typus VI stellt. Charakteristisch für diese Gruppe ist also, dass die Kotyledonarspreite sich in einen Sauger und einen Leiter differenziert hat, von denen der erstere seiner Function entsprechend abweichend gebaut ist und abstirbt, bevor der Kotyledo ausgewachsen ist, wohingegen der Leiter in Verbindung mit der Scheide den ersten Laubblättern ähnlich, aber ebensowenig, wie bei der ersten Gruppe, gleich wird.

In den vorigen Abschnitten sind die Arten, deren Kotyledo über die Erde tritt und als solcher Assimilationsfunction übernimmt, beschrieben. Bei den folgenden Species bleibt der Kotyledo im ganzen unter der Erde und hat nur eine zweifache Aufgabe. Mittelst des im Samen stecken bleibenden Saugers werden die im Endosperm bezw. Perisperm aufgespeicherten Nährstoffe ausgesogen, und andererseits schützt eine mehr oder minder stark sich entwickelnde Scheide die jungen Blattanlagen. Sauger und Scheide werden entweder durch einen freien Leiter oder durch ein Hypokotylstück oder durch beides mit einander verbunden.

Von den von mir untersuchten Formen, deren Kotyledo hypogäisch bleibt, sind *Dioscorea bulbifera* L., *Asphodelus luteus* L. und *Iris Pseud-Acorus* L. diejenigen, bei denen der Kotyledo sich am engsten an diejenigen der vorherbesprochenen Gruppe anschliesst, indem ein Sauger, ein Leiter und eine Scheide sich in ähnlicher Weise aneinanderreihen, wie z. B. bei *Asphodelus fistulosus.*

Dioscorea bulbifera L.

Die Keimung verläuft ebenso, wie es Klebs (I S. 566) für *Dioscorea alata* im Anschluss an *Iris Pseud-Acorus* angiebt, und ähnlich, wie es Bucherer (I S. 3 und 4) für *Tamus communis* beschreibt.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 42—45 wiedergegeben. Solche vom Stadium der Figur 43 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 26. April, die der Figur 44, zu welcher das ausgewachsene erste Laubblatt, die Nebenwurzeln und der Samen hinzuzudenken sind, bis zum 29. Mai, die der Figur 45 bis zum 25. Juni 1894. Figur 47 stellt den Embryo, Figur 48 dessen Lage im Samen dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 44 und 46) besteht aus einem flachen, blattartig ausgebreiteten Sauger (vergl. Tschirch II S. 168), einem kurzen, cylindrischen Leiter und einer ebenfalls kurzen, offenen Scheide (vergl. Klebs I S. 566). Nach Solms-Laubach (I S. 85) tritt bei *Tamus communis* die Kotyledonaranlage als gleichmässiger, die Plumula umgebender Ringwall auf, dann erhebt sich aber gegenüber dem stärker sich entwickelnden, weiterhin zur Lamina werdenden oberen Teile in der Mediane ein kleiner Wulst, der von Dutrochet und Strasburger als rudimentärer zweiter Kotyledo gedeutet worden ist, nach Solms-Laubach aber zum einzigen Kotyledo gehört. Nach genanntem Autor soll die Entwickelung bei der Gattung *Dioscorea,* so vor allem bei *Dioscorea pyrenaica* Bub., ganz ähnlich der von *Tamus communis* sein (I S. 81 und 85). Der in Rede stehende Wulst bildet sich bei *Tamus communis* nach Bucherer (I S. 3)

zu einem bald vertrocknenden Häutchen um, während der gegenüberliegende Teil weiter heranwächst. Wahrscheinlich verläuft die Entwickelung des Kotyledos bei *Dioscorea bulbifera* ähnlich, wenigstens konnte ich die letzteren Angaben bestätigt finden. Durch das Absterben des genannten Wulstes wird die Scheide, die ursprünglich eine geschlossene war, zur offenen. Die Anatomie des ausgewachsenen Kotyledos ist folgende.

Der Sauger, welcher beim Embryo noch klein ist, nach Verbrauchung des Endosperms aber fast den ganzen (flachen) Samen ausfüllt, besitzt eine Epidermis, deren Zellen aussen dünnwandig, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt etwas gestreckt, mit geraden, spitzwinkelig aufeinanderstossenden Wänden erscheinen. Eine Cuticula konnte ich nicht nachweisen. Spaltöffnungen sind nicht zu sehen. Zwischen den Epidermen liegen drei bis vier Schichten von farblosen Parenchymzellen (von mittlerer Grösse), welche ziemlich isodiametrisch sind und Intercellularräume umfassen. Das in den Sauger eintretende Leitbündel verzweigt sich in demselben so, wie es Figur 46 angiebt. Jeder Leitbündelzweig ist collateral, aber wenig entwickelt; der Siebstrang ist nach der Unterseite gerichtet.

Die Epidermiszellen des Leiters unterscheiden sich von denen des Saugers nur dadurch, dass sie aussen etwas dickwandiger sind und eine deutlich nachweisbare Cuticula besitzen. Kurze mehrzellige Haare finden sich hier und da. Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Im Innern verläuft excentrisch ein Leitbündel von elliptischer Gestalt, das zwei Gefässstränge und zwei Siebstränge so enthält, wie es Figur 49 andeutet. Zur einen Seite dieses Leitbündels liegen etwa vier, zur anderen etwa acht Schichten farbloser Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum gestreckt sind und Intercellularräume zwischen sich lassen. Vereinzelt treten im Parenchym langgestreckte, schleimige Secretzellen mit Raphiden auf.

Die Epidermiszellen der Scheide sind denen des Leiters gleich. Haare konnte ich nicht wahrnehmen. Auch das Leitbündel ist dem des Leiters ähnlich, nur macht es noch mehr den Eindruck zweier nebeneinander herlaufender, die Siebstränge nach der Unterseite richtender Leitbündel und ist mehr in die Mitte gerückt, indem ungefähr fünf bis sechs Parenchymschichten, die denen des Leiters ähnlich sind, beiderseits sich finden. Die Zahl der Schichten nimmt in den Flügeln natürlich bedeutend ab, um schliesslich = 0 zu werden. In der Scheide finden sich ebenfalls die schleimigen Secretzellen mit Raphiden.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 45) besteht aus einer sehr kurzen Scheide, einem langen, cylindrischen Blattstiel und einer flach ausgebreiteten Blattspreite. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Blattscheide ist im untersten Teile geschlossen, sonst offen. Die Epidermiszellen sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich, allerdings aussen dickwandiger, mit feinen Längsrillen versehen. Die Schichtenzahl und die Form der Parenchymzellen sind denen des Kotyledonarparenchyms gleich. Im geschlossenen Teile setzen mehrere Parenchymschichten ganz durch. Auch treten die langgestreckten schleimigen Secretzellen mit Raphiden auf. Mit den Leitbündeln verhält es sich aber ganz anders, als bei der Kotyledonarscheide. In der Mitte und an den beiden Enden der breiten Centralpartie verläuft, der Epidermis der Unterseite mehr genähert, als der der Oberseite, je ein Leitbündel, von denen jedes einen Gefässstrang und zwei Siebstränge, wie es Figur 50 andeutet, enthält, während nach aussen hin langgestreckte Sklerenchymzellen vorgelagert sind.

Der Blattstiel, welcher ebenso, wie der Leiter, kurze mehrzellige Haare aufweist, und in dessen Peripherie auch langgestreckte schleimige Secretzellen mit Raphiden auftreten, zeigt in verschiedenen Höhen

einen verschiedenen Bau. Der untere Teil erscheint im Querschnitt ungefähr so, wie es Figur 51 angiebt. Die Epidermiszellen sind aussen stark verdickt, mit feinen Rillen versehen, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit geraden, spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden. Spaltöffnungen kommen vereinzelt vor. Darauf folgen drei Schichten von Parenchymzellen, die im Querschnitt grösser, rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind und kein Chlorophyll enthalten. Zwischen ihnen finden sich reichlich Intercellularräume. Weiterhin schliesst sich ein typischer mechanischer Ring aus ziemlich grossen, langgestreckten Sklerenchymzellen (mit schräg gestellten Tüpfeln an den Seitenwänden) an. Solcher Zellen sind etwa zwei Schichten vorhanden. Da, wo sich die drei Leitbündel an diesen Ring anschliessen, sind die Sklerenchymzellen im Querschnitt etwas kleiner und dickwandiger. Die drei Leitbündel weisen auch je einen Gefässstrang und je zwei Siebstränge auf, wie es Figur 51 angiebt. Im Innern liegen schliesslich ungefähr fünf Kreise von farblosen Parenchymzellen. Zu bemerken ist, dass im untersten Blattstielteil die Parenchymzellen ziemlich viel Stärke (ebenso wie die Blattscheidenzellen) enthalten, und dass hier der Ring von Sklerenchymzellen durch Parenchym vertreten ist, während den drei Leitbündeln langgestreckte Sklerenchymzellen vorgelagert sind. — Der obere Teil des Blattstieles gestaltet sich allmählich ganz anders. Sieben mehr oder minder tiefe Furchen zeigen sich hier. An die Epidermis, an welcher die Rillen viel deutlicher zu sehen sind, deren Zellen aussen noch dickwandiger sind, als im unteren Teile, schliesst sich so, wie es Figur 52 andeutet, typisches Kollenchym an, wohingegen die lang gestreckten Sklerenchymzellen ganz fehlen, selbst vor den Leitbündeln. Durch Verzweigung sind im ganzen sechs an Grösse etwas verschiedene Leitbündel entstanden.

In der Blattspreite tritt eine beträchtliche weitere Leitbündelverzweigung ein. Die auf der Unterseite stark hervortretenden Hauptnerven sind an Figur 45 zu sehen. Ausserdem findet sich ein feines Netz von zahlreichen Nerven des zweiten und dritten etc. Grades. Die Secundärnerven gehen annähernd unter rechten Winkeln von den Primärnerven ab zu den benachbarten Primärnerven hin. An den Hauptnerven sind die Epidermiszellen, besonders die der Unterseite, ähnlich, wie beim Blattstiel. So, wie es Figur 53 andeutet, finden sich hier typisches Kollenchym und ein Leitbündel, welches nicht deutlich zwei Siebstränge erkennen lässt, und dem keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind. Die Parenchymzellen sind hier denen des Blattstieles ähnlich, chlorophyllfrei. Im übrigen ist der Aufbau folgender. Die Epidermiszellen der Oberseite erscheinen im Querschnitt gross, quadratisch bis rechteckig (grösster Durchmesser in tangentialer Richtung), im Flächenschnitt unregelmässig gestaltet, mit kaum gewellten Wänden; Spaltöffnungen sind hier nicht zu sehen. Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt kleiner, auch quadratisch bis rechteckig, im Flächenschnitt unregelmässig, mit grob gewellten Wänden; Spaltöffnungen sind hier reichlich vorhanden. Die am jungen Blatt vielfach auftretenden mehrzelligen kurzen Haare sind hier spärlich. Zwischen den zwei Epidermen liegen ungefähr vier bis fünf assimilierende Parenchymschichten, deren oberste aus grösseren, kaum gegen die Oberfläche des Organs gestreckten, zahlreiche kleine Intercellularräume umfassenden Pallisadenzellen besteht, während die anderen sich aus unregelmässig kugeligen bis wurstförmigen, grössere Intercellularräume umschliessenden Schwammparenchymzellen zusammensetzen. Innerhalb des Assimilationsparenchyms finden sich reichlich Raphidenzellen, welche weniger lang gestreckt sind, als im Blattstiele.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (Figur 45) schliesst sich im Bau im wesentlichen an das erste an. Die Blattscheide ist allerdings etwas grösser, mit blossem Auge als solche erkennbar. Der untere Teil des

Blattstieles besitzt eine ziemlich tiefe Furche da, wo die Achse vorbeiläuft. Ausserdem ist im untersten Teile bereits der Sklerenchymring vorhanden, an welchen sich die drei anastomosierenden Leitbündel anschliessen. Im mittleren Teile, in welchem der Übergang vom Bau des unteren Teiles zu dem des oberen stattfindet, steigt der Sklerenchymring etwas höher empor, indem er sich noch da findet, wo bereits sechs Leitbündel auftreten, wo die Furchen aber noch nicht tief sind und wo das Kollenchym noch fehlt.

Das dritte Laubblatt (Figur 45) besitzt auch eine mit blossem Auge deutlich als solche erkennbare Blattscheide. Deren Epidermiszellen sind denen der Blattstiele des ersten und zweiten Blattes gleich (also aussen sehr dickwandig, mit deutlich hervortretenden Längsrillen). So, wie es Figur 54 andeutet, findet sich hier typisches Kollenchym. Durch Verzweigung der drei in das Blatt eintretenden Leitbündel treten bald fünf anastomosierende Leitbündel auf (vergl. Figur 54). Der untere Blattstielteil besitzt ebenfalls an der der Achse zugewendeten Seite eine grosse Furche (Figur 55). Auch hier finden sich fünf anastomosierende Leitbündel und typisches Kollenchym (Figur 55), während ein Sklerenchymring noch nicht da ist, auch den Leitbündeln keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind. Im mittleren Blattstielteil tritt neben der Epidermis auch etwas Kollenchym auf, welches aber nicht typisch ist, während der Aufbau sonst völlig dem des mittleren Teiles des zweiten Blattstieles gleicht (vor allem findet sich der Sklerenchymring). Der obere Blattstielteil und die Lamina schliessen sich im Bau ganz an die des zweiten Blattes an.

Das vierte Blatt des älteren Stadiums (Figur 45) ist noch ganz jugendlich.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, was wegen der knolligen Anschwellung an Keimlingen vom Stadium der Figur 44 weniger deutlich erkennbar ist, als an solchen vom Stadium der Figur 43. An den untersuchten Exemplaren des Stadiums der Figur 44 nahmen das erste und zweite Laubblatt auch ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, während sie bei den untersuchten Exemplaren vom Stadium der Figur 43 ungefähr $^1/_3$-Stellung darboten. Die Stellung des zweiten, dritten, vierten etc. Blattes konnte ich nicht mit Sicherheit ermitteln. Einem Exemplar zufolge, welches noch älter war, als das der Figur 45, schienen sie mir ungefähr $^1/_3$-Stellung einzunehmen, oder vielleicht $^5/_{13}$-Stellung, wie es Bucherer (I S. 27) als allgemeinen Fall für *Tamus communis* angiebt.

Aus der Achsel des zweiten Laubblattes tritt das dünne, cylindrische, durch lange Internodien ausgezeichnete Achsenstück aus. In der Achsel dieses Blattes findet sich ferner, ebenso wie in den Achseln des dritten und vierten Blattes, eine jugendliche Knospe.

Die Knolle zeigt aussen Korkbildung, im Innern polygonale bis kugelige, äusserst stärkereiche Parenchymzellen mit Raphidenzellen und die zu den Wurzeln, dem Kotyledo, den zwei ersten Blättern und der Achse gehenden Leitbündel. Die Entwickelung derselben habe ich nicht genau verfolgt. Sie scheint eine ähnliche zu sein, wie Bucherer (I) es für *Tamus communis* beschreibt. Das Internodium zwischen der Insertionsstelle des Kotyledonarleitbündels und der der Leitbündel des ersten Blattes ist kurz. Die Leitbündel des zweiten Blattes inserieren weiterhin kaum höher. Die Knolle besteht demnach wohl aus dem unregelmässig, einseitig stärker angeschwollenen ersten Internodium unter Beteiligung des zweiten und des untersten Teiles des dritten Internodiums, sowie des eventuell auch unregelmässig etwas angeschwollenen kurzen Hypokotyls. Dieses beginnt an der Insertionsstelle des Kotyledos. Sein Leitbündel wendet sich rasch nach auswärts, um in die bald absterbende Hauptwurzel einzutreten. Zur Seite der Knolle brechen zahlreiche Nebenwurzeln hervor (Figur 45). Die Hauptwurzel hat ein tetrarches Leitbündel und zahlreiche Wurzelhaare.

Das jugendliche erste Laubblatt des Stadiums der Figur 43 zeigt schon deutlich das Princip des späteren Aufbaues. Sklerenchymzellen und Kollenchym sind allerdings noch nicht vorhanden. Die Blattscheide und der untere Blattstielteil sind in der Entwickelung schon ziemlich vorgeschritten, während der obere Blattstielteil noch sehr unvollendet ist. In der Blattspreite sind die einzelnen Elemente in Differenzierung begriffen. Spaltöffnungen sind schon ausgebildet.

Bei einem ersten Laubblatt, welches noch kleiner ist, als das der Figur 42 (höchstens ½ cm lang), sind Blattscheide und Blattstiel schon relativ entwickelt, die Blattspreite ist noch sehr kurz. Die Blattscheide ist im untersten Teile geschlossen. Die Epidermiszellen sind aussen schon dickwandig, mit feinen Rillen versehen. Die Zahl der Parenchymschichten ist dieselbe, wie später. Es treten bereits drei Leitbündel auf, in welchen deutlich die zwei Siebstränge und drei Gefässe entwickelt sind. Der Blattstiel ist im unteren Teile annähernd rundlich, im oberen stark gerippt. Die Epidermiszellen sind so, wie bei der Blattscheide. Die Zahl der Parenchymzellen ist bereits vollständig. Auch hier verlaufen drei Leitbündel, welche einige Gefässe und die zwei Siebstränge im unteren Teile deutlich, im oberen Teile weniger deutlich entwickelt zeigen. Im oberen Teile ist bereits die Anlage zum Kollenchym wahrnehmbar. Bei Beginn der sehr kurzen Blattspreite teilen sich die Leitbündel in fünf, welche in den stark hervortretenden fünf Hauptnerven verlaufen. Innerhalb letzterer sieht man schon die Anlage zu Kollenchym. Zwischen diesen Nerven treten nur die beiden Epidermen und drei Parenchymschichten auf. Über das Vorhandensein von Spaltöffnungen bin ich nicht ins Klare gekommen. Die kurzen Haare, welche sich hier als verschieden gestaltete Drüsenhaare erweisen, finden sich am Blattstiel, besonders aber an der Blattspreite reichlich. Raphidenzellen treten in allen Teilen des jugendlichen Blattes auf. (Vergl. Figur 56.)

Bei einem ersten Laubblättchen, welches ungefähr 1 mm gross ist, sind Blattscheide und Blattstiel deutlich differenziert, ähnlich gebaut, wie bei dem eben beschriebenen Stadium. Allerdings sind Kollenchymanlagen noch nicht zu sehen, und der obere Blattstielteil ist nicht sehr tief gefurcht. Anlagen der drei charakteristischen Leitbündel durchziehen das ganze. Die Blattspreite beginnt gerade, sich zu differenzieren. Im Querschnitt sieht man schon deutlich die Anlagen von fünf Hauptnerven auf der Unterseite vorspringen. Die erwähnten Drüsenhaare sind reichlich zu sehen.

Den Embryo konnte ich wegen Mangels an Material nicht genau untersuchen. Seine Gestalt und Lage im Samen werden durch die Figuren 47 und 48 wiedergegeben. Die Radicula scheint ähnlich entwickelt zu sein, wie es Bucherer (I) für *Tamus communis* abbildet. Die Plumula ist weit vorgeschritten. Vom Kotyledo ist hauptsächlich der zum Sauger werdende Teil ausgebildet. Die Zellen sind alle noch kurz. Leitbündelinitialen sind jedenfalls vorhanden, denn bald nach Beginn der Keimung, wenn der Sauger sich nur wenig vergrössert hat, der Embryo die Samenschale noch nicht durchbrochen hat, sind im Sauger entwickelte Leitbündel wahrnehmbar. Die Zellen enthalten viel Öl, das sich in Chloralhydrat löst. Bald nach Beginn der Keimung zeigt sich in ihnen auch viel Stärke.

Das hornige Endosperm hat die Gestalt des flachen Samens, birgt aber im Innern einen spaltförmigen Hohlraum, welcher ungefähr dem Raume entspricht, welchen später der heranwachsende Sauger einnimmt, nur dünner ist. Die Zellen des Endosperms sind sehr dickwandig und enthalten grosse Mengen eines Öles, welches sich in Chloralhydrat leicht löst, mit Jodlösung gelbbraun, mit concentrierter Schwefelsäure gelblich wird. Stärke ist nicht vorhanden.

Sauger, Leiter und Scheide stehen ihrer äusseren Form nach also in einem ähnlichen Verhältnis zu einander, wie Blattspreite, Blattstiel und Blattscheide. Der Unterschied zwischen dem Kotyledo und dem ersten Laubblatt ist folgender. Während im Sauger die Leitbündelverzweigung eine geringe, wenn auch relativ starke ist, findet innerhalb der Blattspreite eine äusserst weitgehende Leitbündelverzweigung statt, und die einen besonderen Bau aufweisenden Hauptnerven treten auf der Unterseite stark hervor. Ferner haben die Epidermiszellen des Saugers eine andere Gestalt und sind aussen dünnwandiger, als die der Blattfläche, und es fehlen dem Sauger Spaltöffnungen und assimilierende Zellen, während innerhalb der Blattspreite sogar eine Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym vor sich gegangen ist. Der Leiter und Blattstiel unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, dass 1) ersterer sehr kurz und stielrund (nicht gefurcht) bleibt, 2) dass seine Epidermiszellen keine Längsrillen besitzen, 3) dass ihm sklerenchymatische und kollenchymatische Elemente ganz fehlen, und 4) dass er von einem grossen (vielleicht zwei neben einander herverlaufenden) Leitbündel durchzogen wird, während in den Blattstiel drei Leitbündel mit je zwei Siebsträngen eintreten, welche durch Verzweigung im oberen Teil sechs Leitbündel entstehen lassen. Die Kotyledonarscheide und Blattscheide zeigen schliesslich die wesentlichen Unterschiede, dass 1) die Epidermiszellen der ersteren der Längsrillen entbehren, und dass 2) auch in ihr ein grosses (vielleicht zwei nebeneinander verlaufende gewöhnliche) Leitbündel auftritt, während die Blattscheide von drei Leitbündeln durchzogen wird, von welchen jedes vorn vor einem Gefässstrang zwei Siebstränge und davor ein Bündel langgestreckter Sklerenchymzellen aufweist. Der Kotyledo unterscheidet sich von dem jugendlichen ersten Laubblatt (vergl. Figur 42) dadurch, dass in letzteres schon drei Leitbündel mit je zwei Siebsträngen eintreten, die Blattscheide und den Blattstiel durchlaufen und sich bei Beginn der Blattspreite in fünf Leitbündel teilen, ferner dadurch, dass im oberen Blattstielteil schon Kollenchymanlagen sich zeigen, und dass auf der Unterseite der äusserst kleinen Blattspreite bereits die fünf Hauptnerven, mit grösseren Leitbündelanlagen und Kollenchymanlagen versehen, stark hervortreten. Schon bei einer Gesamtgrösse von 1 mm unterscheidet sich das erste Laubblättchen wesentlich vom Kotyledo dadurch, dass die Blattscheide und der Blattstiel von drei getrennt liegenden Leitbündelanlagen durchsetzt wird, innerhalb deren je zwei Siebstranganlagen zu erkennen sind, dass der obere Blattstielteil gefurcht ist, und dass die in Differenzierung begriffene Blattspreite nicht gleich dick ist, sondern die Anlagen von fünf Hauptnerven auf der Unterseite vorspringen lässt. Schliesslich ist zu bemerken, dass bei den Dioscoreaceen nach Solms-Laubach (I S. 81, 85 und 86) die Kotyledonaranlage als Ringwall auftritt, während die Anlage des ersten Blattes als flacher Hufeisenwulst erscheint, dessen Mediane der des Kotyledos gegenüber liegt. Beide entstehen nach genanntem Autor (I) seitlich von dem ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunkt. — Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich andererseits nur dadurch, dass am unteren Blatt-

stielteil des letzteren eine Furche auftritt, und dass die Sklerenchymzellen hier in etwas grösserer Ausdehnung sich finden, als im ersten Blattstiel. Das dritte Laubblatt zeigt weiterhin nur die wesentlichen Besonderheiten, dass die drei Leitbündel sich schon innerhalb der Blattscheide zu fünf teilen, dass in der Blattscheide schon Kollenchym auftritt, während den Leitbündeln kein Sklerenchym vorgelagert ist, und dass auch der untere Blattstielteil durch den Besitz von Kollenchym und den Mangel von Sklerenchym ausgezeichnet ist. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein. Die Stellung der ersten Laubblätter untereinander scheint nicht constant zu sein, im allgemeinen vielleicht der $^1/_3$- oder $^5/_{13}$-Stellung zu entsprechen.

Asphodelus luteus L.

Die Keimung verläuft ähnlich, wie die von *Iris Pseud-Acorus*. Das Hypokotyl bleibt aber kurz, wohingegen die Scheide längere Zeit nach oben hin sich vergrössert und so den Leiter nötigt, mitzuwachsen. Die Hauptwurzel, an welcher Seitenwurzeln entstehen, erreicht eine beträchtliche Länge, bevor Nebenwurzeln ausbrechen.

Figur 57 stellt einen Keimling dar, den ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April erhielt, während Keimlinge, bei welchen das erste Laubblatt fast völlig ausgebildet, das zweite noch ganz jugendlich war, sich bis Ende April entwickelten, ältere ferner, bei welchen der Kotyledo zum Teile schon zerstört, das erste Laubblatt 12 cm, das zweite $9^1/_2$ cm, das dritte 5 cm lang war, Ende Mai 1895 vorhanden waren. Figur 59 giebt den Embryo wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (mittleres Stadium; vergl. Figur 58) besteht aus einem geraden, cylindrischen Sauger (von der Länge des Samens), einem ebenso dicken, cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt ziemlich klein, quadratisch oder wenig gegen die Oberfläche gestreckt, aussen mässig verdickt, im Flächenschnitt kurz rechteckig. Mit Chromsäure lässt sich keine, mit concentrierter Schwefelsäure lässt sich höchstens eine äusserst feine Cuticula nachweisen, während der Leiter eine leicht nachweisbare, ziemlich dicke Cuticula besitzt. Spaltöffnungen sind nicht zu sehen. Die in ungefähr zehn Kreise angeordneten Parenchymzellen sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt ziemlich quadratisch, oder gar kürzer als breit, und umfassen zahlreiche relativ grosse Intercellularräume. Zwei deutlich ausgebildete collaterale Leitbündel laufen einander opponiert bis in die Spitze, während in der Nähe des einen ein kaum als solches zu erkennendes Leitbündel sich findet. Die äusseren Saugerschichten sind rötlich gefärbt; der Farbstoff verschwindet oder verändert sich wenigstens in Chloralhydratlösung.

Die Epidermiszellen des Leiters sind aussen ziemlich dickwandig, im Querschnitt etwas gegen die Oberfläche gestreckt, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind vorhanden. Auch hier treten ungefähr zehn Kreise von Parenchymzellen auf. Die inneren Zellen sind aber zerrissen, wodurch eine centrale Gewebelücke entstanden ist, welche im oberen Leiterteil noch klein, im

unteren aber beträchtlich gross ist. Die Parenchymzellen sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt; die äusseren enthalten Chlorophyll; Intercellularräume sind reichlich vorhanden. Im oberen Leiterteil verlaufen vier grössere collaterale Leitbündel, im unteren ist ausser diesen noch ein kleines Leitbündel zu erkennen (vergl. Figur 61).

Die Scheide zeigt im obersten Teile ungefähr den Aufbau, den Figur 62 andeutet. Zu bemerken ist nur, dass im Centralteil die Parenchymzellen leicht zerreissen, wodurch unregelmässige, grosse Gewebelücken entstehen. — Im allgemeinen gilt für die Scheide folgendes. Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite sind ziemlich gleich gestaltet, im Querschnitt quadratisch, aussen mässig verdickt, im Flächenschnitt gestreckt. Die Epidermis der Unterseite besitzt Spaltöffnungen. Zwischen den Epidermen liegen drei bis vier, an zwei Stellen aber mehr Parenchymschichten. Deren Zellen sind im Querschnitt rundlich im Längsschnitt gestreckt, sind aber zum Teile zerrissen, sodass besonders in den dickeren Scheidenteilen unregelmässig Gewebelücken entstanden sind. Innerhalb dieser dickeren Partien verlaufen so, wie es Figur 63 angiebt, drei collaterale Leitbündel. — Im unteren Scheidenteil treten Zellen mit Raphidenbündeln auf. Ganz unten zeigt die Scheide in ziemlich gleichen Abständen drei verdickte Partien mit je einem Leitbündel.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer langen Blattspreite (in Form eines gebogenen, nach oben zu dünner werdenden dreiseitigen Prismas mit abgestumpften Kanten) und einer relativ langen, geschlossenen Blattscheide. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Blattscheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Kotyledonarscheide. Die Epidermiszellen der Oberseite sind aber aussen viel dickwandiger. Diejenigen der Unterseite sind in eigentümlicher Weise, wie es Figur 60 angiebt, aussen verdickt, indem die Aussenwände schwächere und kräftigere Längsleisten aufweisen. An der Unterseite kommen Spaltöffnungen vor. In der Centralpartie finden sich zehn bis elf, gegenüber drei bis fünf Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich sind, deren innere farblos, im Längsschnitt gestreckt sind, während die an die beiderseitige Epidermis sich anschliessenden kürzer sind und Chlorophyll enthalten. Raphidenbündel führende Zellen finden sich in grösserer Zahl. Zwischen den Parenchymzellen treten kleinere Intercellularräume, in der Centralpartie auch einige grössere Gewebelücken auf, wie Figur 65 andeutet. In der Centralpartie verlaufen drei grössere und zwei kleinere Leitbündel (Figur 65). An der Insertionsstelle des Blattes sind die zwei kleineren Leitbündel noch nicht vorhanden, sie zweigen sich aber bald von den seitlichen grossen ab. Im oberen Blattscheidenteil tritt neben einem der Leitbündel noch ein weiteres Leitbündelchen auf. Die Leitbündel sind alle collateral.

Der Blattspreitenquerschnitt erscheint so, wie es Figur 66 angiebt. Die Epidermiszellen sind so gestaltet, wie die der Unterseite der Blattscheide; Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden. Daran schliessen sich drei bis vier Schichten von Assimilationsparenchym an, dessen Zellen viele Lücken zwischen sich lassen und gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, pallisadenartig sind; die inneren sind jedoch etwas unregelmässig gestaltet. Darauf folgen eine Schicht kleinerer und zwei Schichten grösserer Parenchymzellen, welche kein Chlorophyll enthalten, im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind und kleinere Intercellularräume umfassen. So wie es Figur 66 andeutet, verlaufen drei grosse und drei etwas kleinere collaterale, zuweilen anastomosierende Leitbündel. An die grossen Leitbündel schliesst sich nach innen zu etwas mehr Parenchym an. Im Centrum befindet sich eine grosse Gewebelücke. Innerhalb des Assimilationsparenchyms treten vereinzelt Raphidenzellen auf. — Der obere Blattspreitenteil zeigt die

Eigentümlichkeiten, dass die farblosen Parenchymzellen fast gänzlich zerstört sind, und dass die Wandleisten der Epidermiszellen nur schwach hervortreten.

Das zweite Laubblatt, welches bei den älteren Stadien noch nicht ausgewachsen ist, schliesst sich im Aufbau offenbar an das erste an. Die eigentliche Blattscheide ist noch kaum vorhanden. Ihre Zellen sind noch jugendlich; die Leitbündel verlaufen so, wie in der ersten Blattscheide. Der oberste Blattscheidenteil, welcher den Übergang zur Blattspreite bildet, ist schon vollständiger entwickelt, aber auch noch nicht fertig. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Die Parenchym- und Epidermiszellen sind noch nicht oder kaum gestreckt, jugendlich. Es fehlen den Epidermiszellen der Unterseite auch noch die Längswandleisten, oder diese sind erst im Entstehen begriffen. Die Blattspreite ist im unteren Teile ebenfalls noch nicht ganz ausgewachsen, indem vor allem die centrale Gewebelücke noch nicht entstanden ist. Der obere Teil zeigt denselben Bau, wie die erste Blattspreite.

Das jugendliche dritte Laubblatt des älteren Stadiums ist nur in seinem oberen Blattspreitenteil der Vollendung nahe und zeigt hier offenbar das Princip des Baues der zwei ersten Laubblätter.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung ein, wenn auch nicht so exact wie die ersten Laubblätter untereinander. Die Insertion des Kotyledos (bei mittleren Stadien untersucht) erfolgt da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Lezteres bleibt kurz. Es besitzt eine Epidermis wie die Achse. Sein Leitbündel unterscheidet sich von dem der Wurzel dadurch, dass die Gefässstränge und Siebstränge wenigstens im oberen Teile noch nicht ausgesprochen radial sind. Die Hauptwurzel besitzt ein hexarches Leitbündel und eine Endodermis mit stark verdickten Radialwänden. Wurzelhaare sind am oberen Teile nicht mehr vorhanden.

Bezüglich der Stadien der Figur 57 möchte ich folgendes bemerken. Das Endosperm ist noch nicht verbraucht und haftet dem Sauger fest an. Die Intercellularräume des letzteren sind noch klein. Innerhalb des Saugers sind nur zwei gut ausgebildete Leitbündel vorhanden. Die äusseren Schichten entbehren des rötlichen Farbstoffes. Beim Leiter ist die centrale Gewebelücke noch klein. Innerhalb des Parenchyms finden sich Raphidenzellen. Auch der Leiter wird nur von zwei grossen collateralen Leitbündeln durchzogen, ebenso wie die Scheide, in welcher diese sich da, wo die dickere Centralpartie sich zu verdünnen beginnt, etwas schief gestellt hinziehen. Der Scheidenquerschnitt ist in diesem Stadium dem des ersten Blattes (Figur 65) etwas ähnlich. In der Centralpartie finden sich ungefähr elf, im gegenüberliegenden Teile ungefähr drei Schichten von Parenchymzellen. Von Gewebelücken ist nur eine relativ kleine im Mittelteile nahe der Epidermis der Oberseite zu sehen. Allenthalben finden sich in der Scheide Raphidenzellen.

Das jugendliche erste Laubblatt desselben Stadiums besitzt nur eine äusserst kurze, unentwickelte Blattscheide, in welcher aber deutlich drei Leitbündel zu erkennen sind. Der untere Blattspreitenteil ist bereits vollkommener ausgebildet, indem eine Differenzierung der einzelnen Gewebeteile deutlich beginnt. Hier sind bereits sechs Leitbündel zu erkennen. Der obere Blattspreitenteil ist noch entwickelter, aber auch noch nicht fertig. — Das Hypokotyl ist ähnlich ausgebildet, wie beim mittleren Stadium.

An Keimlingen, bei welchen das erste Laubblättchen die Scheide noch nicht durchbrochen hat, durchlaufen die Scheide (so wie es Figur 64 andeutet), den Leiter und den Sauger (einander opponiert) zwei Leitbündel. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Das ungefähr 2 mm lange erste Laubblättchen besteht aus einer kurzen, offenen Blattscheide, welche von drei Leitbündelanlagen durchzogen wird, und

einer Blattspreite, welche bereits die dreieckige Form darbietet, deren äussere, kleine Parenchymzellen bereits Chloroplasten enthalten, und deren drei Leitbündel bereits einige wohl entwickelte Gefässe besitzen.

Der Embryo (Figur 59) hat eine wohl ausgebildete, wenn auch kurze Radicula, eine Plumula mit einer weit vorgeschrittenen Blattanlage und einen oben gekrümmten Kotyledo. Die Scheide ist noch sehr kurz. Die Keimspalte bildet einen kleinen, der Längsrichtung des Embryos folgenden Schlitz. Die Epidermis- und Parenchymzellen sind noch kurz, letztere kürzer, als breit. Im unteren Teile ist eine äusserst feine Cuticula mit Chromsäure und Schwefelsäure nachweisbar, nicht aber am oberen, zum Sauger werdenden. Leitbündelinitialen sind vorhanden. Unterhalb der Plumula sieht man an Querschnitten die Anlage eines Leitbündels, oberhalb derselben jederseits eine solche. Der Embryo enthält keine Stärke, aber grosse Mengen eines Öls, welches sich in Chloralhydratlösung langsam löst, mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich wird, mit Jodlösung farblos bleibt.

Das etwas hornartige Endosperm besteht aus rundlichen oder senkrecht zum Embryo wenig gestreckten Zellen, deren Wände etwas verdickt und stark netzförmig getüpfelt sind. Sie enthalten keine Stärke, aber grosse Mengen eines Öls, welches sich in Chloralhydratlösung leicht löst und mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt.

Der Sauger und Leiter sind also dünncylindrisch. Die Epidermiszellen des ersteren sind aussen dünnwandiger, höchstens mit äusserst feiner Cuticula versehen und ebenso wie die Parenchymzellen kürzer, als die des Leiters. Dem Sauger fehlen die Spaltöffnungen und die centrale Gewebelücke des letzteren, und seine Zellen enthalten keine Chloroplasten. Die den Leiter durchziehenden Leitbündel reichen nur zum Teil bis in den Sauger hinein. Leiter und Scheide sind ganz verschiedenartig gebaut. Die Scheide besitzt andererseits eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Laubblattscheide. Wesentliche Unterschiede sind aber folgende. 1) Die Epidermiszellen der letzteren sind aussen viel dickwandiger, die der Unterseite sind ausserdem durch den Besitz von Längswandleisten ausgezeichnet; 2) wie die Querschnittbilder zeigen, ist im ausgewachsenen Zustand, nicht allerdings früher, die Parenchymverteilung eine verschiedene; 3) die Blattscheide besitzt ein in den ersten Anfängen sich befindendes besonderes Assimilationsparenchym, das der Kotyledonarscheide fehlt; 4) während den nicht ganz ausgebildeten Kotyledo nur zwei Leitbündel durchlaufen, und während später die drei in den Kotyledo eintretenden Leitbündel durch Verzweigung im oberen Scheidenteil ein viertes und im Leiter noch ein fünftes, rudimentäres auftreten lassen, von denen aber nur ein Teil in den Sauger hineinragt, sieht man schon in das jugendliche erste Laubblatt drei Leitbündel eintreten, welche sich in der Blattspreite in sechs teilen, und späterhin lassen die drei Laubblattleitbündel sofort oberhalb der Insertionsstelle zwei weitere, im oberen Blattscheidenteil schon ein sechstes Leitbündel durch Verzweigung entstehen, welche sechs Leitbündel wohl entwickelt sind und bis in die Blattspreitenspitze reichen. Die erste Blattspreite unterscheidet sich vom Leiter sehr wesentlich 1) durch das verschiedene Aussehen des Querschnitt- und Gewebelückenbildes, 2) durch den Besitz aussen viel dickwandigerer, mit Längswandleisten versehener Epidermiszellen und 3) eines wohl

ausgebildeten Assimilationsparenchyms, und 4) durch eine etwas grössere Leitbündelverzweigung. Ein Vergleich eines nicht ausgewachsenen Kotyledos (Figur 57) mit einem nur 2 mm grossen ersten Laubblatt zeigt, dass ersterer nur von zwei Leitbündeln durchsetzt wird und einen stielrunden Leiter besitzt, während in letzteres bereits drei Leitbündel eintreten, und dessen Blattspreite schon die eigentümliche dreieckige Form und die Anlage zu einem Assimilationsparenchym darbietet, ferner dass der geschlossene Blattscheidenteil noch gar nicht oder höchstens äusserst schwach entwickelt ist, während man den geschlossenen Kotyledonarscheidenteil schon an Schnitten durch den Embryo deutlich erkennt. — Das erste und zweite Laubblatt zeigen andererseits im wesentlichen denselben Bau. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, während die ersten Laubblätter untereinander regelmässige $^1/_2$-Stellung einnehmen.

Iris Pseud-Acorus L.

Die Keimung verläuft so, wie es Klebs (I S. 565) angiebt. Nur muss ich bemerken, dass an den von mir beobachteten Keimlingen sich ein starkes Hypokotyl entwickelte (vergl. Lewin I S. 7), wodurch die Scheide mit der Plumula in die Höhe gehoben wurde, während andererseits der (freie) Leiter eine ziemlich beträchtliche Länge erreichte.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 67—70 wiedergegeben. Solche des Stadiums der Figur 70 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 15. April, alte, bei welchen das erste Blatt $4^1/_2$ cm, das zweite 16 cm, das dritte $23^1/_2$ cm lang war, bis zum 30. April 1894. Figur 72 stellt den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (älteres Stadium) besteht aus einem stark keulenförmig angeschwollenen, etwas unregelmässig gestalteten Sauger (vergl. Tschirch II S. 168), einem ziemlich dünnen, cylindrischen Leiter und einer nur im untersten Teile geschlossenen, sonst offenen Scheide, an deren Spitze sich oberhalb der Ansatzstelle des Leiters ein Parenchymhöcker erhebt (vergl. Lewin I S. 7; Figur 71). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt ziemlich klein, quadratisch, im Längsschnitt kaum gestreckt, an der Spitze ebenfalls quadratisch. Sie besitzen dünne Aussenwände und höchstens eine äusserst feine Cuticula, während der Leiter direct vor dem Samen bereits eine leicht nachweisbare, ziemlich dicke Cuticula aufweist. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden (Lewin I S. 7). Im Innern liegen sieben Kreise von Parenchymzellen, welche ein collaterales, stark entwickeltes, bis in die Spitze reichendes Leitbündel umfassen. Die Parenchymzellen erscheinen im Querschnitt gross, rundlich oder etwas gegen die Oberfläche des Saugers gestreckt, im Längsschnitt ebenso. Dazwischen befinden sich kleine Intercellularräume.

Von den Epidermiszellen des Saugers unterscheiden sich diejenigen des Leiters dadurch, dass sie dicke Aussenwände besitzen, im Querschnitt in radialer Richtung etwas grösser, als in tangentialer, im Längsschnitt und Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden sind. Spaltöffnungen sind hier wohl ausgebildet. Die in sieben Kreise angeordneten Parenchymzellen sind im Querschnitt klein, rundlich,

im Längsschnitt gestreckt. Zwischen ihnen liegen kleinere und grössere Intercellularräume. Das centrale Leitbündel sieht so aus, als seien zwei Leitbündel nebeneinander gelagert (vergl. Figur 73).

Die im Innern des Parenchymkegels liegenden Zellen sind gross, locker aneinander gelagert, gegen die Spitze des Kegels etwas gestreckt.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind denen des Leiters gleich. Diejenigen der Oberseite sind im Querschnitt kleiner, in tangentialer Richtung mehr gestreckt, als in radialer, mit dünneren Aussenwänden. Spaltöffnungen sind wenigstens an der Unterseite ausgebildet. Zwischen den Epidermen liegen im Centralteil sieben bis acht Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum oder wenig gestreckt sind und kleinere Intercellularräume umschliessen. Die der Unterseite zugewendeten enthalten zum Teile Chlorophyllkörner. Die Zahl der Parenchymschichten nimmt gegen die Flügel hin ab, um schliesslich auf 1 und 0 hinabzusinken. Innerhalb des Parenchyms treten durch Zerreissen der Zellen, so wie es Figur 74 andeutet, Gewebelücken auf. Ferner erkennt man viele im Querschnitt kreisrund, im Längsschnitt langgestreckt aussehende Secretzellen, deren Inhalt bei Alkoholmaterial schwärzlichbraun ist. In der Centralpartie verläuft nahe der Oberseite ein grosses collaterales Leitbündel. Beiderseits sind die vor demselben liegenden Zellen, so auch die Epidermiszellen der Oberseite, im Querschnitt durch Kleinheit und Dickwandigkeit auffallend. Sklerenchym oder Kollenchym ist aber nicht vorhanden. Ausserdem erkennt man im Querschnitt ein oder zwei oder drei kleine Leitbündelchen, welche sich vom Hauptleitbündel abgezweigt haben und die Scheide zum Teile durchlaufen (Lewin redet I S. 7 nur von einem Leitbündel, nicht von Verzweigungen).

Der Kotyledo der Keimlinge der Figur 70 ist noch nicht ganz ausgebildet, wenn auch annähernd fertig. Das noch nicht verbrauchte Endosperm hängt mit dem Sauger so fest zusammen, dass man sie kaum trennen kann. Die Zellen, besonders die Parenchymzellen des Saugers, sind sehr inhaltreich, vor allem stärkereich.

Das ausgewachsene erste Blatt (älteres Stadium) ist eine offene Scheide und bietet in seinem unteren Teile im Bau manche Ähnlichkeit mit der Kotyledonarscheide dar. Abgesehen davon, dass die Epidermiszellen der Unterseite im Querschnitt ziemlich quadratisch sind, sind die zwei Epidermen so gestaltet, wie bei der Scheide. Zwischen denselben befinden sich in der Centralpartie sieben bis acht Schichten von Parenchymzellen, die denen der Scheide ähnlich sind. Ihre Zahl nimmt gegen die Flügel hin langsam ab, um schliesslich auf 1 und 0 hinabzusinken. Von den oben beschriebenen Secretzellen sind zahlreiche vorhanden. So, wie es Figur 75 angiebt, treten auch zahlreiche durch Zerreissen der Zellen entstandene Gewebelücken auf. Der untere Blattteil unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide aber wesentlich durch die Zahl und die Gestalt der Leitbündel. Das in der Mitte verlaufende collaterale Leitbündel ist viel kleiner, als bei der Scheide, und stellt seinen grösseren Durchmesser nicht in tangentiale, sondern in radiale Richtung. Beiderseits sind kleinere und dickwandigere Zellen vorgelagert; die vor dem Siebstrang in grösserer Zahl, als bei der Scheide, herlaufenden Zellen sind typische Sklerenchymfasern. Ausserdem finden sich solche Sklerenchymfasern diesem Leitbündel gegenüber neben der Epidermis der Unterseite. In den Flügeln treten noch zwölf bis vierzehn anastomosierende Leitbündel auf, welche teils dem mittleren gleich, teils rudimentärer sind. — Der obere Blattteil gleicht im Bau keineswegs dem Leiter, sondern dem unteren Blattteil. Er ist scheidenartig, zeigt aber ein verändertes Querschnittbild (vergl. Figur 76). Die Anordnung der Leitbündel, deren Zahl eine geringere geworden ist (10 — 11), sowie der Gewebelücken

ist eine andere geworden, entsprechend dem Umstande, dass die Flügel kürzer, die Centralpartie umfangreicher geworden sind. Die Schneide des Kieles der Centralpartie füllt unter der Epidermis ein Strang dickwandiger Sklerenchymfasern aus.

Das ausgewachsene zweite Blatt (älteres Stadium) zeigt eine Differenzierung in eine Blattscheide und eine schwertförmige Blattspreite (vergl. Klebs I S. 565). Der untere Blattscheidenteil unterscheidet sich von demjengen des ersten Blattes nur dadurch, dass im Mittelteil der neben der Epidermis der Unterseite liegende Complex von Sklerenchymfasern grösser ist. Der obere Blattscheidenteil ist demjenigen des ersten Blattes auch ähnlich. Allerdings sind die Flügel auf Kosten der Centralpartie mehr verlängert, und der Kiel der letzteren ist bedeutender (vergl. Figur 77).

Die Blattspreite zeigt den Querschnitt, den Figur 78 skizzenhaft darstellt. Die Epidermiszellen sind so beschaffen, wie die der Unterseite der Blattscheide. Spaltöffnungen sind beiderseits vorhanden. Die Parenchymzellen, deren äussere ziemlich isodiametrisch sind und Chloroplasten enthalten, und zwischen welchen grosse Gewebelücken auftreten, sowie die Leitbündel, welche ebenso wie in der Blattscheide anastomosieren und mehr oder minder gross und ausgebildet sind, bieten nichts besonderes. Die Verteilung der Leitbündel und der Gewebelücken ist aus Figur 78 ersichtlich. Innerhalb des Parenchyms finden sich auch hier zahlreiche der oben beschriebenen Secretzellen. An der Spitze der zwei Kiele liegt je ein Sklerenchymstrang.

Das dritte Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besitzt die Gestalt des zweiten, ist trotz der beträchtlichen Grösse noch nicht völlig ausgewachsen, zeigt aber im grossen und ganzen den Bau des zweiten Blattes.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Deutlicher Achsenbau tritt etwas oberhalb dieser Stelle auf. Das Hypokotyl ist stark entwickelt. Sein Leitbündel gleicht dem der Hauptwurzel. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse gleich. Aus dem oberen und unteren Hypokotylende brechen Nebenwurzeln hervor. Die Hauptwurzel besitzt ein tetrarches Leitbündel und reichlich Wurzelhaare (während Klebs I S. 565 sagt, an der Hauptwurzel erschienen Wurzelhaare auch später spärlich).

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 69 besitzen der Leiter und die Scheide bereits Spaltöffnungen. Nur das grosse centrale Leitbündel ist in der Scheide vorhanden. Das kaum 1 cm grosse erste Blatt zeigt aber bereits neben dem centralen Leitbündel vier andere in jedem Flügel, während im oberen Teile fünf Leitbündel deutlich entwickelt sind. Die Sklerenchymfasern sind schon vorhanden. Gewebelücken fehlen sowohl dem ersten Blatt, wie der Kotyledonarscheide. Ausserdem findet sich ein ganz jugendliches zweites Blatt vor.

Keimlinge vom Stadium der Figur 67 haben einen wohl entwickelten Sauger, welchem eine Cuticula fehlt, und einen kurzen Leiter, kurze Scheide und kurzes Hypokotyl. Die drei letzteren sind ungefähr gleich lang. Der bei älteren Keimlingen in die Augen fallende Parenchymkegel an der Spitze der Scheide ist noch nicht zu erkennen. Zwei Blattanlagen sind vorhanden.

Die Lage des Embryos im Samen stellt Figur I a auf Seite 565 von Klebs I dar. Der Embryo (Figur 72) weist eine gut entwickelte Radicula, eine ziemlich weit vorgeschrittene Plumula (mit einer Blattanlage) und einen Kotyledo mit sehr kurzem Leiter und ebensolcher Scheide auf. Die Zellen sind noch meristematisch, ungefähr würfelförmig. Leitbündelinitialen sind wahrnehmbar.

Das hornartige Endosperm setzt sich aus sehr dickwandigen Zellen zusammen, welche Proteinstoffe und Fett, nicht aber Stärke enthalten.

Der unregelmässig keulige Sauger und der cylindrische Leiter unterscheiden sich also im wesentlichen dadurch voneinander, dass die Epidermiszellen des ersteren aussen dünnwandiger sind und höchstens eine äusserst feine Cuticula besitzen, dass hier keine Spaltöffnungen vorkommen, und dass seine Epidermis- und Parenchymzellen kürzer sind, als die des Leiters. An der Übergangsstelle von Leiter zu Scheide findet sich ein Parenchymkegel. Leiter und Scheide sind sehr verschiedenartig gebaut. Die Scheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem vollständig entwickelten ersten Blatt. Beide unterscheiden sich im wesentlichen aber dadurch voneinander, dass 1) die Scheide ein auffallend grosses, den grösseren Durchmesser tangential stellendes centrales Leitbündel enthält, von welchem sich ein oder zwei oder drei Leitbündelchen abzweigen, während das erste Blatt eine grösere Zahl (13) gewöhnlicher, mehr oder minder gut ausgebildeter, anastomosierender, verschieden hoch reichender Leitbündel aufweist, dass 2) der gekielte obere Blattteil eine abweichende Anordnung der Elemente zeigt (vergl. Figur 76), und dass 3) der Scheide die Sklerenchymfasern fehlen. Ein Vergleich zwischen der Scheide im Stadium der Figur 69 und dem jugendlichen ersten Blatt desselben Stadiums zeigt, dass erstere nur ein Leitbündel von der oben beschriebenen Form, letzteres bereits neun gewöhnliche Leitbündel besitzt, welche anastomosieren und verschieden hoch reichen, dass letzteres bereits durch den Besitz von Sklerenchymfasern ausgezeichnet und im oberen, abweichend gebauten Teile gekielt ist. — Das erste und zweite Blatt besitzen andererseits sehr ähnliche Scheiden. Die Blattspreite des zweiten Blattes hat keine Ähnlichkeit mit dem Sauger und Leiter, auch nicht mit der Scheide, sondern schliesst sich im Bau am nächsten an den oberen Blattscheidenteil des zweiten Blattes an. Das zweite und dritte Blatt (Laubblätter) sind kaum verschieden. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Dioscorea bulbifera, Asphodelus luteus und *Iris Pseud-Acorus* sind nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus I und II zu stellen (Klebs I S. 565—568). Diese zwei Typen sind nicht auf durchgreifende Eigenschaften gegründet, da Keimlinge derselben Species unter verschiedenen Keimungsbedingungen so heranwachsen, dass sie bald der einen, bald der anderen Definition sich fügen. Zunächst zeigen meine Abbildungen von *Iris Pseud-Acorus* (in Übereinstimmung mit Lewins Beschreibung, I S. 7), dass hier der Leiter und das Hypokotyl recht lang werden können. Da Lewin nun sagt, dass *Tradescantia discolor* Herit. ein langes Hypokotyl, eine relativ kurze Scheide und einen langen Leiter habe, können also *Iris Pseud-Acorus,* die Klebs zum I. Typus stellt, und *Tradescantia discolor,* die Klebs zum II. Typus stellt, hierin ganz übereinstimmen. Andererseits besassen bei meinen Culturen die Keimlinge von *Commelina coelestis* Willd. und *Tradescantia virginica* L., welche zum Klebs'schen Typus II gestellt werden sollen, einen kurzen Leiter, während von zwei Keimlingsstadien von *Tinnantia erecta* Fenzl. das jüngere (Figur 79),

welches ich in der Zeit vom 5. März bis zum 14. April erhielt, mit langem Leiter und langer Scheide versehen war, dagegen das ältere (Figur 80), welches ich in der Zeit vom 5. März bis zum 7. Mai 1894 erhielt, nur einen kurzen Leiter und eine kurze Scheide darbot, was offenbar nur durch die mehr oder minder tiefe Lage des Samens im Erdboden bedingt war. Schliesslich berichtet Lewin (I S. 10) für eine nicht bestimmte *Tradescantia*-Art, dass sich Exemplare mit kurzem Leiter und kurzer Scheide neben solchen fanden, bei welchen beide lang waren. Wahrscheinlich schliessen sich zahlreiche Formen, welche Klebs zu den beiden genannten Typen stellt, ihrer Morphologie und Anatomie nach an *Dioscorea bulbifera*, *Asphodelus luteus* und *Iris Pseud-Acorus* an, so *Lapeyrousia juncea* Ker. (vergl. Lewin I S. 7), *Tamus communis* L. (vergl. Lewin I S. 8, Bucherer I und Solms-Laubach I), *Arum italicum* Mill. (vergl. Lewin I S. 12), sowie vor allem die von Sachs (II), Firtsch (I), Gehrke (I) und Lewin (I) untersuchten Palmen: *Phoenix dactylifera* L., *Latania Borbonica* Hort. (vergl. auch Godfrin I S. 41 etc.), *Chamaerops humilis* L., *Ch. excelsa*, *Corypha umbraculifera* L., *Caryota urens* L., *Chamaedorea Martiana* H. Wendl., *Cocos nucifera* L. u. a.

Charakteristisch für diese Gruppe ist also, dass der Kotyledo im Gegensatz zu dem der vorhergehenden Gruppe unterirdisch bleibt, dagegen in Übereinstimmung mit ihm aus einem Sauger, einem freien Leiter und einer Scheide besteht, von welchen jeder die directe Fortsetzung des benachbarten Teiles bildet, und dass entweder der ganze Kotyledo (so bei *Dioscorea bulbifera* und *Asphodelus luteus*) oder wenigstens die Scheide (so bei *Iris Pseud-Acorus*) noch eine geringe Ähnlichkeit mit dem ersten Blatt hat.

Während bei der zuletzt betrachteten Gruppe, wie bemerkt, der Leiter die directe Fortsetzung der Scheide bildet, sich also an deren Spitze ansetzt, hängt bei *Commelina coelestis* Willd., *Canna indica* L. und *Washingtonia robusta* der kurze freie Leiter mit der Scheide in deren Mitte oder an deren unterem Ende zusammen. *Iris Pseud-Acorus* bildet übrigens einen Übergang zu dieser neuen Gruppe, weil sich oberhalb des Leiteransatzes am Scheidenende die parenchymatische Wucherung findet.

Commelina coelestis Willd.

Klebs beschreibt (I S. 569) die Keimung der Commelinaceen. Für unsere Art ist nur zu bemerken, dass die Hauptwurzel an jungen Stadien ziemlich gross ist, und dass der Leiter im Gegensatz zur Angabe Klebs' im ganzen kurz bleibt.

Die Figuren 81—83 stellen verschieden alte Keimlinge dar. Diejenigen der Figur 82 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April, die der Figur 83 bis zum 11. April, solche, bei welchen ein zweites Blatt fast ausgewachsen war, bis zum 18. April 1894.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 83 und 84) besteht aus einem kugelig angeschwollenen Sauger, einem kurzen cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide, an deren mittleren Teil sich der Leiter ansetzt. Die Bemerkung Lewins, der im Samen steckende Kotyledonarteil sei nicht angeschwollen, ist mir

unverständlich; Tschirch (II S. 179) und Ebeling (I S. 192) sagen richtig, bei den Commelinaceen vergrössere sich der Sauger beim Keimen des Samens stark und dringe tief in das Endosperm ein, den Samen fast ausfüllend. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermis des Saugers besteht aus plasmareichen, papillenartigen, gegen die Oberfläche des Organs gestreckten Zellen, welche ringsum dünnwandig sind (vergl. Ebeling I S. 192 und Lewin I S. 10), und welche einer Cuticula entbehren. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden (Lewin I S. 10). Im Innern zeigt der Querschnitt ungefähr zehn Kreise von plasmaärmeren Parenchymzellen, welche meist ziemlich gross und entweder isodiametrisch oder unregelmässig gegen die Oberfläche oder in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckt sind. Die zwei collateralen Leitbündel, welche in den Sauger eintreten, senden einige kleine Abzweigungen aus, welche zur Peripherie hin und dann der Oberfläche entlang verlaufen, wobei die Gefässe gewöhnlich die Peripherie nicht erreichen. Am oberen Ende des Saugers verzweigen sich die Leitbündel vielfach und bilden ein Leitbündelnetz, von welchem aus sich eine Reihe von Leitbündeln parallel der Saugeroberfläche wieder nach abwärts windet, wobei die Gefässe die Siebstränge mehr oder minder weit begleiten; (vergl. Figur 86). Auf Querschnitten durch den Sauger sieht man in der Nähe der Epidermis deshalb rings im Umkreis vielfach Siebstrangquerschnitte, wie es Figur 89 für einen Fall darstellt. Dass Lewin (I S. 10) nur von zwei den Sauger durchziehenden Leitbündeln, nicht von diesen Verzweigungen spricht, hat seinen Grund wohl darin, dass er zu junges Material untersuchte. Die Parenchymzellen enthalten stellenweise Secrettropfen. Bei dem älteren Stadium treten diese Tropfen besonders in den Zellen vielfach auf, welche unter der Epidermis liegen. Weiterhin findet man dann in vielen Parenchymzellen grössere, gestreckte Calciumoxalatkrystalle.

Der Leiter besitzt gewöhnliche Epidermiszellen, welche ziemlich gross, aussen dickwandig sind, eine leicht nachweisbare Cuticula darbieten, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden sind, also von den Epidermiszellen des Saugers sehr verschieden sind. Lewins entgegengesetzte Angabe ist nur für ganz junges Material richtig. Spaltöffnungen sind vorhanden (Lewin I S. 10). Die Atemhöhle ist gross. Neun bis zehn Kreise von relativ kleinen, im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt langgestreckt erscheinenden, Intercellularräume umfassenden Parenchymzellen finden sich. Zwei collaterale Leitbündel verlaufen einander gegenüber durch den Leiter (vergl. Figur 93).

Die Epidermiszellen der Scheide sind denen des Leiters ähnlich. Diejenigen der Unterseite erscheinen allerdings im Querschnitt mehr fünfeckig bis gerundet-quadratisch, die der Oberseite mehr rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Erstere sind auch aussen etwas dickwandiger, als die letzteren. Spaltöffnungen kommen wenigstens an der Unterseite vor. Zwischen den Epidermen befinden sich drei bis sechs Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt grösser oder kleiner, rundlich-polygonal, im Längsschnitt gestreckt sind. Die Intercellularräume sind zum Teile ziemlich gross. Die Leitbündel verlaufen so, wie es Figur 85 für eine aufgeschlitzte und in einer Ebene ausgebreitete Scheide darstellt (vergl. van Tieghem I S. 272). Beide Leitbündel biegen also schliesslich in den Leiter ein, während sie im unteren Scheidenteil einander opponiert verlaufen (vergl. Figur 94). Im unteren Scheidenteil finden sich Raphidenzellen. Bei dem älteren Stadium, bei dem die Scheide durch die heranwachsenden Blätter bereits gesprengt ist, sind die Zellen dieser Scheide alle langgestreckt. Hier finden sich, ebenso wie im Leiter, neben Raphidenzellen Parenchymzellen mit grösseren, gestreckten Calciumoxalatkrystallen.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium; vergl. Figur 83, wo es beinahe völlig ausgebildet ist) besteht aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer flächenförmig ausgebreiteten Blattspreite. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unter- und Oberseite der Blattscheide sind den entsprechenden der Kotyledonarscheide ähnlich. Nur sind die ersteren im Querschnitt auch mehr rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Hier finden sich ausser den Spaltöffnungen stellenweise kurze, mehrzellige Haare. Zwischen den Epidermen liegen fünf bis sechs Schichten von Parenchymzellen, welche denen der Kotyledonarscheide ähnlich sind. Die Intercellularräume werden auch hier zum Teile ziemlich gross. Die Blattscheide wird von fünf grösseren und zwei oder drei kleineren collateralen Leitbündeln durchzogen, welche ebensowenig, wie die des Kotyledos, besonderes darbieten; nur sind sie etwas grösser und entwickelter. Da, wo die Leitbündel herlaufen, findet sich im Anschluss an die Epidermis der Unterseite etwas Kollenchym (vergl. Figur 95). Die Blattscheide enthält ebenfalls Raphidenzellen.

In der Blattspreite anastomosieren die Leitbündel vielfach. An den Hauptnerven sind die Epidermiszellen der Unterseite dadurch ausgezeichnet, dass sie im Querschnitt relativ klein, im Längsschnitt gestreckt erscheinen und dickwandig sind. Im Anschluss an sie findet sich etwas Kollenchym. Im allgemeinen zeigt die Blattspreite folgenden Bau. Die Epidermiszellen sind beiderseits im Querschnitt gross, ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt polygonal, auf der Oberseite mit ziemlich geraden, auf der Unterseite mit grob gewellten Wänden. Auf der Oberseite sind relativ viele, auf der Unterseite sehr viele Spaltöffnungen vorhanden. Die Nebenzellen fallen sowohl im Flächenschnitt, wie im Querschnitt durch ihre Kleinheit auf. Im Querschnitt und Längsschnitt erscheint die grosse Atemhöhle wie mit einer gewölbten Brücke aus kleinen Epidermiszellen überzogen. Im Anschluss an die Epidermis der Oberseite findet sich eine Schicht wohl entwickelter Pallisadenparenchymzellen, welche locker neben einander stehen. Nach unten zu folgen drei bis vier Schichten ebenfalls gut ausgebildeter Schwammparenchymzellen. An der Blattspreite finden sich vereinzelt kurze Haare, besonders so lange das Blatt noch jung ist.

Das zweite Laubblatt des älteren Stadiums besteht ebenfalls aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer flächenförmig ausgebreiteten Blattspreite. Im anatomischen Bau schliesst es sich im wesentlichen an das erste Laubblatt an. Bei den untersuchten Exemplaren hatte es die Ausbildung des ersten Laubblattes des Stadiums der Figur 83 erreicht, war also beinahe ausgewachsen.

Das jugendliche dritte Laubblatt des älteren Stadiums zeigt auch das Princip des Aufbaues der früheren Laubblätter. Ein ganz junges viertes Laubblatt ist weiterhin vorhanden.

Die relative Stellung des Kotyledos und des ersten Laubblattes ist eine unregelmässige, wie die Diagramme (Figur 90, 91 und 92) darthun. Die ersten Laubblätter nehmen untereinander $^1/_3$-Stellung ein. Bei Keimlingen des älteren Stadiums sind die Internodien zwischen dem zweiten und ersten Laubblatt, sowie zwischen dem ersten Laubblatt und dem Kotyledo ziemlich lang. Über der Insertionsstelle des letzteren brechen bereits Nebenwurzeln hervor. Bei den Stadien der Figur 83 ist das letztere Internodium auch schon gestreckt. Die zu den Laubblättern und der Achse gehenden Leitbündel vereinigen sich kurz über der Insertionsstelle des Kotyledos nach unten zu zu einem Leitbündelgewirr, in welches einander gegenüber die zwei Kotyledonarleitbündel eintreten. Sofort unter der Insertionsstelle treten vier collaterale, in einen Kreis angeordnete, von einer Scheide umschlossene Leitbündel auf, welche eine kurze Strecke weit abwärts verlaufen und dann von neuem ein Leitbündelgewirr entstehen lassen, weil zahlreiche Nebenwurzeln dort

austreten. Nachdem nochmals vier collaterale Leitbündel deutlich sichtbar wurden, findet dann rasch der Übergang zur Wurzelstructur statt. Ein Hypokotyl ist also kaum vorhanden (vergl. Lewin I S. 9). Das obere Wurzelende ist so, wie es Lewin (I S. 9) beschreibt und (Figur 18) abbildet, angeschwollen und mit vielen Wurzelhaaren versehen. Das Wurzelleitbündel ist tetrarch. Der untere Achsenteil enthält reichlich Raphidenzellen.

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 82, bei welchen das Endosperm als locker körnige Masse zum Teile noch vorhanden ist, hat der Sauger bereits die Grösse und Ausbildung erlangt, wie später. Nach Ebeling (I S. 192) wird der Sauger bei den Commelinaceen bei Beginn der Keimung fast fertig gebildet. Der Leiter und die Scheide sind aber noch nicht ganz vollendet, indem die Zellen sich später mehr strecken. Das jugendliche erste Laubblatt besitzt eine kaum entwickelte Blattscheide. Die Blattspreite ist weiter vorgeschritten, besonders im oberen Teile, in welchem die Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym schon beginnt. Im allgemeinen sind die Zellen noch alle kurz. Spaltöffnungen sind aber bereits vollendet oder in Ausbildung begriffen. Fünf Leitbündel und zwei Leitbündelanlagen sind ebenso, wie beim jugendlichen dritten Blatt des älteren Stadiums, zu sehen. Ein ganz jugendliches zweites Blatt ist vorhanden. Die Internodien sind alle noch kurz. Das Achsenstück unter der Insertionsstelle des Kotyledos ist aber schon ziemlich entwickelt. Die Gefässstränge aller vier Leitbündel geben Gefässe für die zwei Kotyledonarleitbündel ab.

Die Keimlinge des Stadiums der Figur 81 sind bereits älter, als die von Lewin untersuchten; denn die Plumula ist hier viel kräftiger entwickelt. Die Anschwellung des obersten Wurzelteiles und die dort sich befindenden Wurzelhaare sind deutlich auf Längsschnitten zu erkennen. An denselben erkennt man ferner das Achsenstück, welches zwischen dem Wurzelende und der Kotyledonarinsertionsstelle liegt. An letzterer herrscht deutlich Achsenstructur. Das erste Laubblättchen, welches 3 mm lang ist, ist im oberen Teile schon entwickelter. Eine geschlossene Blattscheide ist aber noch nicht zu sehen, vielmehr zeigt der erste Querschnitt, welchen man durch das Blättchen machen kann, Hufeisenform (mit sieben Leitbündelanlagen). Im zweiten Laubblättchen dieses Stadiums, welches im Querschnitt Hufeisenform zeigt, sind Leitbündelanlagen schwer als solche zu erkennen; es scheinen fünf vorhanden zu sein.

Den kleinen Embryo und seine Lage im Samen stellen die Figuren 88 und 87 dar. Ob die Samenschale vor dem Embryo einen Pfropf aufweist, wie es Tschirch (II S. 157) allgemein für die Commelinaceen vermutet, habe ich nicht untersucht. Die Zellen des Embryos sind embryonal und sehr ölreich, weshalb ich über die Ausbildung der Radicula und das Vorhandensein von Prokambiumsträngen mir kein Urteil bilden konnte. Das stark entwickelte erste Blatt und die Keimspalte sind an Figur 88 zu sehen.

Das Endosperm ist ausserordentlich stärkereich.

Der kugelig angeschwollene Sauger und der kurze, cylindrische Leiter unterscheiden sich also im wesentlichen dadurch, dass ersterer eine epithelartige, der Cuticula und Spaltöffnungen entbehrende Epidermis, grössere und anders gestaltete Parenchymzellen und eine starke Leitbündelverzweigung aufweist. Der Leiter und die geschlossene Scheide sind mannigfach verschieden gebaut. Die Scheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der geschlossenen ersten Blattscheide. Letztere unterscheidet sich von ersterer aber 1) durch den Besitz kurzer, mehrzelliger Haare, 2) durch

die vermehrte Leitbündelzahl (fünf grössere und zwei kleinere statt zwei) und 3) durch den Besitz von etwas Kollenchym. Ein Vergleich der Scheide mit der unentwickelten Scheide eines 3 mm langen ersten Laubblattes zeigt, dass in letzterer schon sieben Leitbündelanlagen wahrnehmbar sind, während erstere zwei Leitbündel aufweist. Die erste Blattspreite lässt sich mit dem Leiter und Sauger gar nicht vergleichen. Andererseits stimmen das erste und zweite Laubblatt im wesentlichen völlig überein. Die relative Stellung des am unteren Achsenteil inserierenden Kotyledos und des ersten Laubblattes ist eine unbestimmte. Die ersten Laubblätter nehmen $^1/_3$-Stellung ein.

Nach Solms-Laubach (I S. 68—72) entwickelt sich bei *Commelina Karwinskyi, Tinnantia erecta* und *Heterachtia pulchella* der Kotyledo ebenso, wie die ersten Blätter, seitlich des ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunktes, indem zunächst ein leichter Wulst an der der Mediane des späteren Organs entsprechenden Stelle auftritt, woraufhin sich in kürzester Zeit ein flacher, geschlossener Ringwall ausbildet. *Commelina coelestis* verhält sich wohl ähnlich.

Canna indica L.

Die Art der Keimung giebt Klebs (I S. 567) an. Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 96—98 wiedergegeben. Diejenigen der Figur 97 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 11. April, die der Figur 98 in der Zeit vom 22. Januar bis zum 8. März 1894. Später erhielt ich noch ältere Keimlinge, an welchen vier Laubblätter entfaltet waren, der Kotyledo im Absterben begriffen war.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 98 und 99) besteht aus einem keulenförmigen Sauger (Tschirch II S. 163), einem kurzen, dickcylindrischen Leiter und einer geschlossenen, bei den in Rede stehenden Stadien allerdings aufgeplatzten Scheide. Am Grunde der letzteren setzt sich der Leiter an (vergl. van Tieghem I S. 271 und Tschirch II S. 163 und 164). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers sind ein wenig gegen die Oberfläche des Organs gestreckt. Tschirch sagt (II S. 163), die Epidermiszellen des Saugers der Cannaceen seien pallisadenartig gestreckt, ähnlich wie bei *Musa*. Mit seiner Figur 17 (von *Musa Ensete*) stimmen meine Beobachtungen an *Canna indica* (besonders an jüngeren Keimlingen) überein. Die Radialstreckung ist aber als unbedeutende zu bezeichnen und keineswegs so beträchtlich, wie es Lewin (I S. 12) für *Canna* spec. angiebt. Die Aussenwände sind relativ dünn und besitzen höchstens eine äusserst feine Cuticula. Spaltöffnungen fehlen. Die Epidermiszellen sind ebenso, wie die nächsten Parenchymzellen, durch grossen Protoplasmareichtum ausgezeichnet. Die äusseren Parenchymzellen enthalten auch Stärke. Im ganzen ist eine grosse Zahl von Kreisen isodiametrischer, kleine Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen vorhanden. In den Sauger treten zwölf collaterale, den Siebstrang nach aussen wendende Leitbündel ein, welche sich alsbald weiter verzweigen und ungefähr zwanzig Leitbündel entstehen lassen. Diese verlaufen in der Peripherie des Saugers seiner Oberfläche parallel bis zur Spitze hin.

Die Epidermis- und Parenchymzellen des Leiters sind denen des Saugers ähnlich. Nur sind die ersteren kaum gegen die Oberfläche gestreckt, aussen dickwandiger, und besitzen nahe beim Sauger eine schwächere, sonst eine dicke, leicht nachweisbare Cuticula. Die Parenchymzellen enthalten viel Stärke.

Die zwölf Leitbündel, die am Ende des Leiters auftreten, vereinigen sich gegen den Anfang hin zu fünf grossen Leitbündeln, von welchen einige wie je zwei nebeneinander verlaufende aussehen.

Den Leitbündelverlauf innerhalb der Scheide verdeutlicht Figur 100. Es findet also stellenweise eine Verzweigung der in den Kotyledo eintretenden Leitbündel, stellenweise eine Vereinigung der Zweige statt. Die Leitbündel gehen alle entweder direct oder unter Beschreibung eines mehr oder minder grossen Bogens von der Insertionsstelle durch die Scheide zum Leiter hin (van Tieghem I S. 272; vergl. auch Lewin I S 12). Ursprünglich treten in den Kotyledo fünf Leitbündel ein, welche sich sofort oberhalb der Insertionsstelle zu verzweigen beginnen und teilweise mit Leitbündeln des ersten Laubblattes in Verbindung stehen. Man sieht auf beliebigen Querschnitten durch die Scheide eine wechselnde Zahl von Leitbündeln. Jedes Leitbündel ist collateral, im Querschnitt ungefähr kreisrund. Der der Unterseite zugewendete Siebstrang umfasst den Gefässstrang etwas. Die (grossen) Leitbündel des unteren Leiterteiles sehen im Querschnitt ähnlich aus; diejenigen des oberen Leiterteiles, vor allem aber die des Saugers, sind im Querschnitt mehr elliptisch. Um die Leitbündel herum und zwischen ihnen ziehen sich in der Scheide im ganzen neun bis zehn Schichten ziemlich isodiametrischer Parenchymzellen her. Im Querschnitt sind die (aussen liegenden) Epidermiszellen der Unterseite klein, quadratisch bis fünfeckig, die (innen liegenden) der Oberseite etwas grösser, mehr rechteckig (grösserer Durchmesser in tangentialer Richtung). Die Aussenwände der letzteren sind etwas dünner. Im Flächen- und Längsschnitt sind alle Epidermiszellen kurz, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen treten an dem Leiter und an der Scheide vereinzelt auf.

Das ausgewachsene erste Laubblatt besteht aus einer ungefähr $2^1/_2$ cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer ungefähr $3^1/_2$ cm langen und $2—2^1/_2$ cm breiten, flachen Blattspreite (älteres Stadium). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind im Querschnitt denen der Kotyledonarscheide ähnlich, haben jedoch etwas dickere Aussenwände. Im Flächenschnitt sind die der Unterseite etwas gestreckt-polygonal, die der Oberseite kurz-polygonal. Spaltöffnungen kommen beiderseits vor, auf der Unterseite häufiger, als an der Scheide. Zwischen den Epidermen liegen ungefähr zehn Schichten von Parenchymzellen, welche etwas grösser sind, als die der Kotyledonarscheide, aber ebenso, wie diese, im Längsschnitt kurz erscheinen. Deren Zahl nimmt gegen die Flügel hin ab, um schliesslich = 0 zu werden. Ausser den kleinen Intercellularräumen finden sich, wie es Figur 102 andeutet, Gewebelücken, innerhalb deren verzweigte Fäden aus unregelmässig gestalteten Parenchymzellen hier und da gegenüberliegende, der Hohlraumumgrenzung angehörende Zellen mit einander verbinden. In die Blattscheide treten mehrere Leitbündel ein, welche sich alsbald verzweigen. Bald oberhalb der Insertionsstelle erkennt man schon neun bis zehn Leitbündel im Querschnitt, während der Hauptteil der Blattscheide von etwa dreizehn vielfach anastomosierenden Leitbündeln durchzogen wird. Diese unterscheiden sich im Bau sehr von denen der Kotyledonarscheide. Wie Figur 102 und 102′ andeuten, ist der nach der Unterseite gerichtete Siebstrang mit dem nach der Oberseite gewendeten Gefässstrang nur in schmaler Region verbunden; letzterem sind einige, ersterem viele Sklerenchymfasern vorgelagert. Vor dem grösseren Sklerenchymstrang finden sich Stegmatareihen (vergl. Kohl, Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze, Marburg 1889).

In die Blattspreite treten ungefähr vierzehn grössere Leitbündel ein, welche sich weiter verzweigen und reichlich anastomosieren. Die grösseren Leitbündel zeigen denselben Bau, wie die der Blattscheide,

vor allem treten auch hier Stegmatareihen an dem grösseren Sklerenchymstrang auf, welcher dem Siebstrang vorgelagert ist. Die kleineren Leitbündel besitzen beiderseits nur wenige Sklerenchymfasern. Im allgemeinen ist der Bau der Blattfläche folgender. Die Epidermiszellen sind so gestaltet, wie die der Blattscheide, nur sind sie im Flächenschnitt beiderseits ungefähr gleich, unregelmässig polygonal. Spaltöffnungen finden sich beiderseits reichlich. Ihre Nebenzellen sind denen von *Commelina coelestis* ähnlich, nur sind sie im Querschnitt ebenso gross, wie die anderen Epidermiszellen. Auch ist die Atemhöhle, ähnlich wie dort, auffallend gross. An die Epidermiszellen schliessen sich beiderseits eine bis zwei Schichten von nicht assimilierenden, durch ihre Grösse auffallenden Parenchymzellen an, welche isodiametrisch oder in der Längsrichtung wenig gestreckt sind. Dazwischen liegen sechs bis acht Schichten kleinerer, assimilierender Parenchymzellen, welche an der Oberseite ungefähr isodiametrisch sind und kleinere Intercellularräume umschliessen, gegen die Unterseite hin aber mehr schwammparenchymatisch werden (mit grösseren Intercellularräumen). In der Mittelpartie der Blattspreite, wo das grösste Leitbündel herläuft, findet sich etwas mehr Parenchym, und es treten hier zwei von den früher beschriebenen Gewebelücken auf.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer ungefähr 6 cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer etwa 6 cm langen und 3 cm breiten, flachen Blattspreite. Der anatomische Bau schliesst sich dem des ersten Laubblattes an. In der Mittelpartie der Blattscheide liegen allerdings etwa elf Schichten von Parenchymzellen. Ungefähr sechzehn Leitbündel durchziehen die Blattscheide, und ausser den den Gefäss- und Siebsträngen vorgelagerten Sklerenchymsträngen finden sich solche (mit Stegmatareihen) noch isoliert zwischen den Leitbündeln, wie es Figur 103 angiebt. Die genannten sechzehn Leitbündel verzweigen sich gleich am Anfang der Blattspreite noch weiter. Die grösseren behalten denselben Bau, wie die der Blattscheide. Den kleineren sind weniger viele Sklerenchymfasern vorgelagert. Von den grossen, nicht assimilierenden Zellen findet sich im Anschluss an die Epidermis beiderseits eine Schicht. Auch die Zahl der assimilierenden Parenchymzellen ist eine etwas geringere, als in der ersten Blattspreite. Dafür ist aber deutlich eine Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym eingetreten.

Das ausgewachsene dritte Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer etwa 10 cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer ungefähr 10 cm langen und $4^1/_3$ cm breiten, flachen Blattspreite. Der anatomische Bau ist im wesentlichen dem des zweiten Laubblattes ähnlich. Allerdings ist die Zahl der Parenchymschichten in der Mittelpartie der Blattscheide ebenso, wie die der Leitbündel, noch etwas gestiegen. Ferner treten im Mittelteile der Blattscheide nahe der Epidermis der Unterseite statt einfacher Sklerenchymfaserbündel auch einige kleinere Leitbündel (mit solchen) auf. Die Leitbündelzahl ist auch in der Blattspreite eine etwas grössere geworden.

Das vierte Laubblatt des ältereren Stadiums hatte bereits eine Gesamtlänge von 32 cm erlangt, das fünfte eine solche von 26 cm. Das letztere war noch nicht ausgewachsen, seine Blattspreite war noch zusammengerollt.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Bei Stadien, die etwas jünger sind, als die der Figur 98, herrscht dort, wo der Kotyledo inseriert, wohl noch Achsenstructur. Die Leitbündel haben aber bereits angefangen, ein Gewirr zu bilden, das nach unten zu, wo sofort allenthalben Nebenwurzeln ausbrechen, immer dichter wird, bis schliesslich nur mehr Nebenwurzelquerschnitte sichtbar werden. Bei Stadien der Figur 97 verhält sich an der Insertionsstelle des Kotyledos und darunter die

Sache ähnlich. Weiter nach unten hin ist aber ein deutliches Hypokotyl zu erkennen. Das Leitbündel ist dem der Hauptwurzel, die allerdings abgestorben ist, ähnlich; nur finden sich in der Mitte keine Gefässe. Epidermis und Hypodermis sind achsenartig. Bei noch jüngeren Stadien schliesst sich an das Hypokotyl die Hauptwurzel noch an. Deren Leitbündel besitzt in der Mitte einige grosse Gefässe, von welchen acht Gefässstränge und acht Siebstränge in abwechselnden Radien ausgehen. Die Leitbündel der einzelnen Nebenwurzeln sind viel kleiner und pentarch. Sie besitzen im Centrum nur ein grosses Gefäss.

Bezüglich der jüngeren Stadien ist noch folgendes zu sagen. Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 97 sind die Epidermiszellen des Saugers deutlich gegen die Oberfläche gestreckt, wie es Tschirch (II S. 163) angiebt. Die Kotyledonarscheide ist noch nicht gesprengt und lässt den Leitbündelverlauf, wie ihn Figur 100 darstellt, gut erkennen. Das jugendliche erste Laubblatt zeigt schon das Princip des späteren Aufbaues. Die Sklerenchymfaserbündel sind der Anlage nach wahrnehmbar. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Spaltöffnungen sind schon ausgebildet. Die Blattscheide ist noch sehr kurz. Das zweite, noch ganz zusammengerollte Laubblatt besitzt schon entwickelte Spaltöffnungen.

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 96 sind Sauger und Leiter bereits entwickelt, nicht aber die Scheide. Dieselbe vergrössert sich später in dem Masse, wie die ersten Laubblätter wachsen. Der Höcker *(sa)* ist die Anlage der Scheide und der darunter befindlichen Knospe.

Den Embryo der Cannaceen beschreibt Tschirch (II S. 163). Denjenigen von *Canna spectabilis* bildet er ab (II Figur 18). Die Embryonen von *Canna indica* sind demselben ähnlich, nur liegen Radicula und Kotyledo mehr in gerader Linie. Vom Kotyledo ist nur der Sauger in der Entwickelung vorgeschritten. Die Plumula ist relativ gut ausgebildet. Anlagen von Nebenwurzeln sind bereits vorhanden. Leitbündelinitialen sind wahrnehmbar.

Endosperm ist nicht vorhanden, bekanntlich aber Perisperm. Dasselbe ist hornig. Seine Zellen sind klein, polygonal und dickwandig. Sie enthalten viel Stärke.

Der keulenartige Sauger unterscheidet sich also im Bau von dem kurzen, dickcylindrischen Leiter dadurch, dass die Epidermiszellen etwas mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, aussen etwas dünnwandiger sind und höchstens eine äusserst feine Cuticula besitzen, dass ihm Spaltöffnungen ganz fehlen, und dass sich in ihm die Leitbündel weiter verzweigen, dabei im Querschnitt mehr elliptisch werden. Leiter und Scheide sind mannigfach von einander verschieden. Die Scheide besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide. Wesentliche Unterschiede sind aber: 1) die Scheide ist geschlossen, die Blattscheide offen und etwas dicker; 2) die Epidermiszellen der Unterseite der Blattscheide sind mehr gestreckt und besitzen zahlreichere Spaltöffnungen, als die entsprechenden der Scheide; 3) der Scheide fehlen die eigentümlichen Gewebelücken; 4) der Leitbündelverlauf ist in der Scheide ein eigentümlicher (vergl. Figur 100), während er in der Blattscheide nichts besonderes darbietet, indem anastomosierende Leitbündel in grösserer Zahl von unten nach oben hin verlaufen, ohne Bogen zu beschreiben, und ohne eine teilweise Vereinigung ihrer Zweige darzubieten; 5) die Blattscheidenleitbündel sind anders gestaltet, als die der Scheide, und zeichnen sich vor diesen ausserdem dadurch aus, dass dem Gefässstrang, vor allem aber dem Siebstrang ein Complex von Sklerenchymfasern mit Stegmata-

reihen vorgelagert ist. Bei einem jugendlichen ersten Laubblättchen, welches die Scheide gerade durchbricht, zeigen die Leitbündel schon die charakteristische Gestalt und die Anlage von Sklerenchymfasersträngen auf beiden Seiten. Die erste Blattspreite hat gar keine Ähnlichkeit mit dem Leiter und Sauger. — Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich andererseits nur dadurch, dass letzteres eine etwas stärkere Leitbündelverzweigung (schon in der Blattscheide) aufweist, dass in seiner dickeren Blattscheide zahlreiche isolierte Sklerenchymfaserbündel (mit Stegmatareihen) auftreten, und dass in seiner Blattspreite die in etwas geringerer Zahl vorhandenen assimilierenden Zellen deutlich in ein Pallisaden- und Schwammparenchym differenziert sind. Das dritte Laubblatt hat nur die Besonderheiten, dass in ihm die Leitbündelverzweigung noch etwas stärker geworden ist, dass seine Blattscheide noch etwas dicker ist, als beim zweiten Blatt, und dass in ihr ausser zahlreichen isolierten Sklerenchymfaserbündeln an entsprechenden Stellen im Mittelteil einige Leitbündel sich zeigen, sodass hier zwei Reihen von Leitbündeln vorhanden sind. Die Zunahme an Leitbündeln und Festigungselementen entspricht dem beträchtlichen Zunehmen an Grösse seitens des dritten Blattes dem zweiten gegenüber, und seitens des zweiten Blattes dem ersten gegenüber. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert wohl am unteren Achsenende. Die Leitbündel haben allerdings hier bereits begonnen, ein Gewirr zu bilden, das nach unten zu immer dichter wird. Hypokotyl und Hauptwurzel sterben relativ früh ab.

Washingtonia robusta.

Die Keimung verläuft wohl ähnlich, wie bei *Canna indica*. Die jüngsten Stadien habe ich allerdings nicht gesehen. Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 104 und 105 dar. Diejenigen der Figur 104 erhielt ich in der Zeit vom 1. März bis Ende März, die der Figur 105 bis zum 7. Mai, solche, bei welchen das dritte Blatt ungefähr die Ausbildung des zweiten Blattes der Figur 105 erlangt hatte, waren im Juni 1894 vorhanden. Figur 108 giebt den Embryo im Längsschnitt wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (Stadium, das etwas jünger ist, als das der Figur 105; Figur 106) besteht aus dem im Laufe der Keimung stark angeschwollenen, fast das ganze Sameninnere ausfüllenden, eiförmigen Sauger (von Firtsch [I] und Gehrke [I] „Haustorium“ genannt), einem kurzen, cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide, an deren Basis der Leiter sich ansetzt. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers sind klein, ungefähr so, wie bei *Canna indica*, gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, mit kaum vorgewölbten, dünnen, der Cuticula entbehrenden Aussenwänden. Im Flächenschnitt erscheinen sie, wie bei *Canna indica*, klein-polygonal. An der Spitze sind sie im Längsschnitt fast quadratisch. Sie sind also im ganzen nicht so sehr gegen die Oberfläche gestreckt, wie dies Ebeling (I S. 189) für die von ihm untersuchten Palmen angiebt, und keineswegs stark radial gestreckt, wie es Gehrke (I S. 10) bei seinen Species gefunden hat. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden. Im Anschluss an

die Epidermis findet sich eine Schicht ebenfalls kleiner, isodiametrischer Parenchymzellen, welche ziemlich dicht sich aneinander anschliessen und ebenso, wie die Epidermiszellen, sehr inhaltreich (protoplasma- und stärkereich) sind. Weiter nach innen zu liegen meist weniger inhaltreiche, gestreckte, unregelmässig gestaltete Parenchymzellen (Schwammparenchymzellen) mit grossen Intercellularräumen. Betreffs des Saugerparenchyms der Palmen redet nach Ebeling (I S 186) schon Hugo von Mohl von einem schwammigen Gewebe. Dasselbe thun Sachs (II S. 249), Gehrke (I S. 11) und Lewin (I S. 13) betreffs der von ihnen untersuchten Palmen. Dass diese Schwammparenchymzellen in den inneren Partien als „gestreckte Leitparenchymzellen" gegen das untere Saugerende (den „Haustoriumhals") convergieren, wie es Firtsch (I S. 344) für die Dattelpalme angiebt, kann ich nicht constatieren. Sie sind im allgemeinen vielmehr unregelmässig gelagert. Allerdings verbinden „gestreckte Leitparenchymzellen" so, wie es Firtsch (I S. 344) und Gehrke (I S. 11) beschreiben, die Epidermiszellen mit den die Leitbündel umgebenden einschichtigen Parenchymscheiden, indem sie meist bogig gegen diese hin verlaufen. Etwa dreizehn Leitbündel durchsetzen, nur durch einige Schichten von der Epidermis getrennt, der Oberfläche parallel den Sauger bis in die Spitze hin. Sie sind collateral. Die nach aussen gerichteten Siebstränge sind relativ gross, die Gefässstränge kleiner; (vergl. Gehrke I S. 11 und 12 und Firtsch I S. 345). Mechanische Verstärkungen kommen nicht vor, wie es auch Gehrke und Firtsch für ihre Palmen angeben.

Die Epidermiszellen des Leiters sind an der Übergangsstelle zum Sauger (*a* der Figur 106) im Querschnitt auch ein wenig gegen die Oberfläche gestreckt, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt. Ihre radialen Wände sind ebenso, wie die Aussenwände, verdickt (vergl. Gehrke I S. 12), nicht aber dicker, als die letzteren, wie dies Firtsch (I S. 345) bei der Dattelpalme fand. Ausserhalb des Samens sind die Epidermiszellen des Leiters in gewöhnlicher Weise im Querschnitt ungefähr quadratisch, klein, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt, unregelmässig polygonal. Die Aussenwände sind stark, die Radialwände wände etwas verdickt. Erstere besitzen eine leicht nachweisbare, dicke Cuticula. Eine teilweise Ablösung der Epidermis und eine Entstehung wurzelhaarähnlicher Gebilde, von denen Firtsch (I S. 345 und 346) und Gehrke (I S. 12 und 13) reden, konnte ich nicht wahrnehmen. Spaltöffnungen finden sich relativ reichlich. Sie sind wenig oder nicht über das Niveau der Epidermis erhoben. Innerhalb der Epidermis liegen zahlreiche Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt klein, rundlich, im Längsschnitt gestreckt erscheinen und nur kleine Intercellularräume umfassen. An der Übergangsstelle zum Sauger sind sie meist kürzer. Die Parenchymzellen enthalten ziemlich viel Stärke. Ein mechanischer Hohlcylinder, wie ihn Firtsch (I S. 346) und Gehrke (I S. 13 und 14) bei den von ihnen untersuchten Arten da, wo die Epidermiszellen aufhören, ein zusammenhängendes Gewebe zu bilden, unter den äussersten Parenchymschichten fanden, ist nicht vorhanden. In den Leiter treten sechs Leitbündel ein, welche sich verzweigen und zuerst acht, an der Übergangsstelle zum Sauger schliesslich zwölf in einen Kreis angeordnete Leitbündel entstehen lassen. Diese wenden sich, noch um eins vermehrt, im Sauger ganz nach der Peripherie hin, um längs derselben, wie beschrieben, weiter zu verlaufen. Der Durchmesser des Leitbündelkreises ist, wie es auch Firtsch (I S. 347) und Gehrke (I S. 14) für ihre Formen angeben, im oberen Leiterteil grösser, als im unteren. Jedes Leitbündel ist collateral gebaut. Der nach innen gerichtete Gefässstrang ist klein und enthält keinen Intercellulargang (vergl. Gehrke I S. 14 und andererseits Firtsch I S. 347); der nach aussen gerichtete Siebstrang ist gross. Dem ersteren sind wenige, schwächer verdickte, dem letzteren sind zahlreichere, stärker verdickte Sklerenchymfasern vorgelagert (vergl. Gehrke I S. 14 und Firtsch I S. 347 und

348). Weiterhin liegen um die Leitbündel wenigstens stellenweise C-förmig verdickte, gestreckte Sklerenchymzellen, wie sie Fritsch in Figur 10 für die Dattelpalme abbildet (vergl. I S. 347), wohingegen Gehrke (I S. 15) sagt, nach seinen Untersuchungen stehe diesbezüglich die Dattelpalme unter den bekannten Palmen isoliert da. Der gesamte Leitbündelquerschnitt ist ungefähr kreisrund.

In der Scheide verlaufen die Leitbündel so, wie es Figur 107 andeutet. Von den fünf Leitbündeln, welche in die Scheide eintreten, wenden sich also zwei direct dem Leiter zu und teilen sich kurz vor oder bei dem Eintritt in denselben in je zwei Leitbündel. Zwei andere Leitbündel durchlaufen in grossem Bogen die Scheide und biegen dann auch in den Leiter ein. Das fünfte, kleinere Leitbündel steigt schliesslich in der Scheide empor und endigt in deren oberem Teile. Die Leitbündel zeigen dieselbe Ausbildung, wie im Leiter, nur ist der Gefässstrang ungefähr ebensogross, wie der Siebstrang. Die (aussen liegenden) Epidermiszellen der Unterseite sind denen des Leiters ähnlich. Die (innen liegenden) der Oberseite sind im Querschnitt rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), im Flächenschnitt zum Teile mehr gestreckt, aussen dünnwandiger. Spaltöffnungen treten beiderseits vereinzelt auf. Zwischen den Epidermen liegen nur acht bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche denen des Leiters ähnlich sind. Die der Epidermis der Unterseite anliegenden Schichten sind jedoch dadurch ausgezeichnet, dass ihre Zellen kleiner, mehr isodiametrisch und dickwandiger sind und lückenlos aneinanderschliessen. Andererseits sind die der Epidermis der Oberseite anliegenden Schichten dadurch bemerkenswert, dass ihre Zellen im Querschnitt tangential gestreckt sind; (vergl. Gehrke I S. 15 und 16). Vielfach finden sich mehr oder minder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln.

Das ausgewachsene erste Blatt (Stadium, das etwas jünger ist, als das der Figur 105,) ist ebenso, wie bei den anderen Palmen (vergl. Gehrke I S. 8), nur als geschlossene Scheide mit kurzer, starker Spitze ausgebildet und chlorophyllarm, ist also als Niederblatt zu bezeichnen. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt klein, quadratisch, zuletzt jedoch mehr rechteckig, wie an der Oberseite, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt, ziemlich regelmässig polygonal, mit stark verdickten Aussenwänden und etwas verdickten Radialwänden; Spaltöffnungen finden sich reichlich. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt klein, rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), im Flächenschnitt gestreckt, mit etwas weniger stark verdickten Aussenwänden und unregelmässig verdickten Radialwänden; Spaltöffnungen treten vereinzelt auf. Zwischen den Epidermen liegen zehn bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt anfangs rundlich, schliesslich tangential etwas gestreckt, im Längsschnitt kurz erscheinen und kleine Intercellularräume umschliessen. Reichlich finden sich mehr oder minder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln. Stellenweise treten ferner Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten auf. Eine grössere Zahl von Leitbündeln tritt in das erste Blatt ein. Auf einem Querschnitt durch dessen mittleren Teil erkennt man neun grössere und etwas mehr kleinere Leitbündel, sowie zahlreiche, mehr oder minder grosse isolierte Sklerenchymfaserbündel, wie es Figur 111 andeutet. Die grösseren Leitbündel besitzen einen nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang und einen nach der Unterseite gewendeten Siebstrang. Ersterem ist ein kleineres, letzterem ein grosses Bündel von Sklerenchymfasern vorgelagert. Die kleinen Leitbündel enthalten nur einen sehr kleinen Gefässstrang und Siebstrang, aber ein starkes Sklerenchymfaserbündel vor letzterem. Sie liegen der Unterseite mehr genähert, während die grösseren Leitbündel näher an der Oberseite oder

central verlaufen. Alle besitzen einen elliptischen Querschnitt. Sämtliche Sklerenchymfaserbündel stehen mit Reihen von Stegmata in Verbindung. Letztere enthalten Körper, welche sich in Chloralhydratlösung allmählich lösen, also keine Kieselkörper sind, wie dies Kohl (a. a. O. S. 288 etc.) für die Stegmata der Palmen im allgemeinen angiebt.

Gegen die beim Durchbrechen des Bodens wichtige, aber bald nach Erfüllung ihrer Function absterbende, kurze, starke Spitze hin hören die isolierten Sklerenchymfasern auf, während die mit den Leitbündeln in Verbindung stehenden in geringerer Zahl auftreten. Schliesslich vereinigen sich die Leitbündel im mittleren Teile der kegelförmigen Spitze. Einen Querschnitt durch deren unteren Teil stellt die Figur 112 dar. Die Epidermiszellen haben hier rings verdickte, nach aussen zu ganz besonders starke Wände. Die zunächst sich anschliessenden Parenchymzellen sind ebenfalls etwas dickwandig. Spaltöffnungen und, wie es scheint, einzelne Wasserspalten kommen hier vor. Nach Fietsch (I S. 350 und 351) und Gehrke (I S. 23 und 24) hat das erste Blatt anderer Palmen einen ähnlichen Bau.

Das ausgewachsene zweite Blatt (älteres Stadium, vergl. Figur 105) besteht aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite mit starker kegelförmiger Spitze, ist also, wie bei den meisten Palmen (vergl. Gehrke I S. 8), ein typisches Laubblatt. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Blattscheide sind etwas länger gestreckt, als die entsprechenden des Niederblattes. Im übrigen sind die Epidermen denen des Niederblattes ähnlich. Zwischen denselben liegen im mittleren Blattscheidenteil vierzehn bis zweiundzwanzig, im oberen fünf bis zwölf Schichten von Parenchymzellen, welche denen des Niederblattes ähnlich sind und im unteren Teile viel Stärke enthalten. Gestreckte oder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln treten reichlich auf. Ausserdem finden sich häufig Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten. Die Zahl der Leitbündel ist ungefähr dieselbe, wie im Niederblatt. Unter denselben fallen fünf, central verlaufende durch bedeutende Grösse auf; den Gefässsträngen sind mittelgrosse, den Siebsträngen grosse Sklerenchymfaserbündel von sichelförmigem Querschnitt vorgelagert, welche einander nicht berühren. Mehr der Unterseite genähert verlaufen vier oder fünf mittelgrosse Leitbündel von ähnlichem (elliptischem) Querschnitt und ungefähr dreizehn kleinere Leitbündel, welche einen kleinen Gefäss- und Siebstrang, aber ein starkes Sklerenchymfaserbündel vor letzterem besitzen. Ausserdem treten in der Nähe der Unterseite etwa sechzig mehr oder minder grosse isolierte Sklerenchymfaserbündel auf, also weit mehr, als im Niederblatt. Den Sklerenchymfaserbündeln sind allenthalben Reihen von Stegmata vorgelagert. — Im oberen Blattscheidenteil sind nur mehr zwölf Leitbündel und wenige isolierte Sklerenchymfaserbündelchen vorhanden. Von ersteren sind fünf durch ihre Grösse auffallend und insofern abweichend gebaut, als vor dem Gefässstrang zwei Siebstränge liegen, indem zwischen dieselben das Sklerenchymfaserbündel einen mittleren Fortsatz bis zum Gefässstrang hin sendet (vergl. Gehrke I S. 14 und 15, sowie 24 und 25).

In der Blattspreite verlaufen fünf grosse Leitbündel der eben beschriebenen Art und sieben oder acht kleinere Leitbündel (mit einem einfachen Siebstrang), welche anastomosieren, sowie einzelne isolierte Sklerenchymfaserbündel, wie es Figur 114 andeutet. Die Sklerenchymfaserbündel stehen meist mit Stegmatareihen in Verbindung. Diejenigen der grossen Leitbündel sind auch vor dem Gefässstrang kräftig entwickelt. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt mehr oder minder gestreckt. Die Wände sind rings, besonders aussen, verdickt. Die Epidermiszellen der Unter-

seite sind ähnlich, aber teilweise im Flächenschnitt unregelmässiger polygonal und kürzer. Spaltöffnungen sind beiderseits reichlich vorhanden. Vielfach finden sich, wie es Figur 105 andeutet, Schüppchen aus spiralig verdickten, vorn zugespitzten, gestreckten Zellen. An die Epidermis schliesst sich beiderseits (abgesehen von den Stellen, wo Sklerenchymfaserbündelchen direct folgen,) eine Schicht von chlorophyllfreien Parenchymzellen an, welche im Querschnitt rundlich-polygonal, teils ziemlich gross, im Längsschnitt kurz erscheinen und lückenlos sich aneinander und an die Epidermis anschliessen, höchstens ganz kleine Intercellularräume auftreten lassen; ausgenommen sind die Stellen, wo Spaltöffnungen sind. Da, wo die Blattspreite gefaltet ist, treten auf der concaven Seite stets mehrere solcher Schichten auf. Das Innere wird von einer wechselnden Zahl von Schichten isodiametrischer, assimilierender, Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen ausgefüllt. Reichlich finden sich gestreckte oder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln.

Die starke, kegelförmige Blattspitze (vergl. Gehrke I S. 25 und Fiitsch I S. 351) zeigt den Aufbau, den Figur 113 andeutet. Die Epidermiszellen sind, besonders aussen, sehr dickwandig. Die nächsten Parenchymzellen sind ebenfalls etwas dickwandig. Die Sklerenchymbündel der Leitbündel sowohl, wie die isolierten, sind noch gut entwickelt, wenn auch an Zahl geringer geworden. Spaltöffnungen und, wie es scheint, Wasserspalten sind vorhanden.

Das dritte Blatt des älteren Stadiums ist trotz seiner Grösse noch nicht ausgewachsen, indem vor allem die Blattscheide noch recht kurz und unentwickelt ist. Letztere zeigt der Anlage nach den Aufbau der zweiten Blattscheide. Die Blattspreite ist wohl entwickelt. Der Aufbau ist im wesentlichen der der Spreite des zweiten Blattes. Die Falten sind allerdings schärfer ausgeprägt, als dort. Ausserdem ist die Zahl der kleinen Leitbündelchen und Sklerenchymfaserbündel eine grössere geworden. Die Spitze ist nicht so kräftig gebaut, wie bei den früheren Blättern, nicht kegelförmig, sondern einer gewöhnlichen Blattspitze ähnlich.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertionsregion der Kotyledonarleitbündel besitzt noch Achsenstructur, wenn auch die Leitbündel bereits angefangen haben, ein Gewirr zu bilden. Diejenigen Leitbündel, welche sich direct in den Leiter wenden, inserieren etwas höher, als die, welche in grossen Bogen die Scheide durchlaufen. Unterhalb der Insertionsstelle der letzteren wird das Leitbündelgewirr sogleich dichter, es findet der Übergang zum Hypokotylbau statt. Die Epidermis und Hypodermis, sowie das Rindenparenchym des Hypokotyls sind denen der Achse ähnlich. Das Leitbündel ist ein radiäres (hex- oder heptarch). An seine Scheide lagern sich unten die Sklerenchymfaserbündel an, welche später in die ersten Blätter eintreten. Das Hypokotyl ist kurz. Die Hauptwurzel, welche ein hexarches, heptarches oder oktarches Leitbündel besitzt, zeigt ungefähr den Bau, welchen Gehrke (I S. 16—21) für andere Palmenwurzeln beschreibt, ist also sehr verschieden vom Hypokotyl gebaut, wenn auch der Übergang ein allmählicher ist.

Bezüglich der jüngeren Stadien ist folgendes zu erwähnen. Der Kotyledo der Keimlinge der Figur 104 zeigt schon im wesentlichen den Aufbau, wie später. Bei Keimlingen, welche gerade die Samenschale durchbrochen haben, sind die Parenchymzellen des ungefähr $2^1/_2$ mm grossen Saugers schon unregelmässig gestaltet, aber kurz und umfassen nur relativ kleine Intercellularräume. Der Sauger des völlig in das dichte, harte Endosperm eingebetteten Embryos wächst, wie bei den anderen Palmen, in dem Masse heran, wie das Endosperm verzehrt wird. Dass bei dem langandauernden Wachstum fortgesetzte

Teilungen der Zellen der hypodermalen Zellschicht des Saugers erfolgen, wie es Sachs (II S. 249) für die Dattelpalme, Gehrke (I S. 11) für andere Palmen fand, und dass die Epidermiszellen zufolge immer wiederkehrender Teilungen durch senkrecht zur Oberfläche des Organs gestellte Wände, wie sie ebenfalls Sachs (II S. 249) zuerst bei der Dattelpalme fand, in einem jugendlichen Zustand verbleiben, unterliegt wohl keinem Zweifel.

Das erste Blatt des Stadiums der Figur 104 ist schon ziemlich in der Entwickelung vorgeschritten. Es sind ungefähr zehn Schichten von Parenchymzellen vorhanden. Von Leitbündeln sind neun grosse und mittelgrosse wohl ausgebildet, sieben kleinere nebst einigen isolierten Sklerenchymfaserbündeln bereits zu sehen. Stegmatareihen sind schon vorhanden. Im oberen Blattteil sind sowohl die Sklerenchymfaserbündel der Leitbündel, wie die isolierten noch nicht völlig entwickelt. Die Blattspitze zeigt die früher beschriebene Ausbildung. Das jugendliche zweite Blatt desselben Stadiums hat nur eine äusserst kurze, unentwickelte Blattscheide. Die Blattspreite ist noch ganz zusammengefaltet. Ihr Bau ist aber offenbar dem späteren entsprechend. Die Leitbündel und isolierten Sklerenchymfaserbündel sind schon fertig oder wenigstens der Anlage nach zu erkennen. Die Spitze des zweiten Blattes ist wohl ausgebildet.

Der Embryo hat, wie bei anderen Palmen, eine kegelförmige Gestalt und sitzt am Grunde des Samens so, dass seine breite Basis, nur von der Samenschale bedeckt, der Stelle zugewendet ist, wo die nicht mehr wahrnehmbare Mikropyle sich befand. Die Basis ist etwas ausgehöhlt, zeigt aber in der Mitte eine kleine Vorragung (die Radicula). Äusserlich sieht man ferner am unteren Embryoteil in Gestalt eines kleinen, in der Längsrichtung verlaufenden Schlitzes die Keimspalte. Figur 108 stellt einen Längsschnitt durch den Embryo dar. Die Radicula ist sehr unentwickelt und kurz. Ihre Längsrichtung bildet mit der der wohl ausgebildeten Plumula fast einen rechten Winkel, während der zum Sauger werdende Kotyledonarteil in der directen Verlängerung der Radicula und des kurzen Hypokotyls liegt. Die Zellen sind noch embryonal. Die Parenchymzellen sind im Längsschnitt meist kürzer, als breit, dicht zusammenliegend. Leitbündelinitialen laufen vom Hypokotylende teils direct, teils unter Beschreibung eines Bogens durch die Scheidenanlage zur Kotyledonar-, d. h. Saugerspitze hin; andererseits wendet sich ein kurzes und undeutliches Initial zur Radicula hin. Die Zellen enthalten keine Stärke, aber viel Öl, welches sich mit Jodlösung und concentrierter Schwefelsäure nicht färbt.*)

Das Endosperm bildet eine dichte, äusserst harte, den Embryo dicht umschliessende, weissliche Masse aus Zellen, welche äusserst dicke, grob getüpfelte Membranen besitzen und reichlich Öl enthalten, welches bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt. Letzteres wird ebenso, wie die Membranen, vom heranwachsenden Sauger absorbiert, wie bei den anderen Palmen.

Der stark angeschwollene, eiförmige Sauger unterscheidet sich also vom kurzen, cylindrischen Leiter durch die schwach epithelartige Ausbildung der Epidermis, durch das Fehlen einer Cuticula und von Spaltöffnungen, durch die ganz andere Gestaltung des Parenchyms und durch den Mangel an Festigungselementen

*) Hier möchte ich hinzufügen, dass auch bei den Embryonen der Palmen *Areca Catechu* L., *A. glandiformis* Rb. und *Calyptrocalyx spicatus* Bl. die Längsrichtung der Knospe und die der Radicula einen mehr oder minder starken Winkel mit einander bilden, während in der Verlängerung der letzteren die Hauptmasse des Kotyledos (Sauger) liegt. Vergleiche hierüber Osenbrüg, „Über die Entwickelung des Samens der *Areca Catechu* L.“ etc., Inaug.-Dissert., Marburg 1894, S. 37 und Tafel III, Figur 21 und 24.

um die Leitbündel herum. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach von einander verschieden. Die Scheide und das Niederblatt besitzen zwar eine gewisse Ähnlichkeit, unterscheiden sich aber wesentlich durch folgendes: 1) Die Epidermiszellen des Blattes sind im Flächenschnitt nicht so unregelmässig polygonal, wie die der Scheide, und auf der Oberseite viel gestreckter; 2) Spaltöffnungen kommen auf der Blattunterseite viel reichlicher vor, als auf der Scheidenunterseite; 3) die Parenchymzellen des Blattes sind nicht, wie die der Scheide, verschiedenartig ausgebildet; 4) Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten konnte ich in der Scheide nicht wahrnehmen; 5) die Leitbündel, welche im Blatt in weit grösserer Zahl, als in der Scheide, vorhanden sind, beschreiben in ersterem keine Bogen und besitzen vor den Siebsträngen weit grössere Sklerenchymfaserbündel, sind im Querschnitt überhaupt elliptisch, nicht kreisrund, wie in der Scheide; 6) im Blatt treten ausserdem zahlreiche isolierte Sklerenchymfaserbündel auf; 7) Stegmatareihen konnte ich nur im Blatt wahrnehmen. Der Vergleich einer nicht ganz ausgewachsenen Scheide mit einem jungen Niederblatt (Figur 104) zeigt, dass letzteres vor allem bereits durch den Besitz einer weit grösseren Zahl zudem anders gestalteter Leitbündel, sowie von isolierten Sklerenchymfaserbündeln und Stegmatareihen ausgezeichnet ist. Die kurze, kegelförmige Niederblattspitze und der am unteren Scheidenende sich ansetzende Leiter sind einander nicht ähnlich. Noch viel weniger stimmt die Niederblattspitze im Bau mit dem Sauger überein. — Demgegenüber unterscheiden sich das Niederblatt und die Scheide des ersten Laubblattes nur dadurch, dass letztere dicker, parenchymreicher geworden ist und dementsprechend eine weit grössere Zahl isolierter Sklerenchymfaserbündel aufweist, als ersteres. An der Übergangsstelle zur Blattspreite treten allerdings die für letztere charakteristischen Leitbündel mit zwei Siebsträngen schon auf. Die Blattspreite kann weder mit dem Leiter, noch mit dem Sauger verglichen werden. Ihre Spitze ist der des Niederblattes ähnlich. — Ich mache besonders darauf aufmerksam, dass hier der bei *Oryza sativa* wiederkehrende Fall vorliegt, dass die Kotyledonarscheide und das Niederblatt grosse Differenzen im Bau aufweisen, obgleich sie biologisch eine ziemlich gleichwertige Bedeutung haben, nämlich die des Schutzes der Knospe, dass aber andererseits grosse Ähnlichkeit zwischen dem Niederblatt und der ersten Laubblattscheide hervortritt, sodass man völlig berechtigt ist, dieses Niederblatt als reduciertes Laubblatt aufzufassen, während der Bau der Kotyledonarscheide keinen Anlass giebt, diese Beziehung zum Laubblatt anzunehmen. — Der am unteren Achsenende inserierende Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Commelina coelestis, *Canna indica* und *Washingtonia robusta* sind zu den Klebs'schen Typen I und II zu stellen, und wahrscheinlich schliessen sich viele Formen, welche Klebs zu diesen Typen rechnet, an die von mir untersuchten Arten an, so z. B. *Iris bohemica* Schmidt (vergl. Lewin I S. 7), *I. Monieri* (vergl.

van Tieghem I S. 271 und 272) *Asparagus officinalis* (van Tieghem I S. 272), *A. verticillata* L. (vergl. Lewin I S. 7 und 8), *Dracaena Draco* L. (vergl. Lewin I S. 9; die ersten Blätter scheinen Niederblätter zu sein), *Tradescantia virginica* (vergl. van Tieghem I S. 272), *Musa Ensete* (vergl. Lewin I S. 11 und 12; Tschirch II S. 176), *Elettaria speciosa* (vergl. Tschirch II S. 160, 176 und Figur 10; Lubbock I, Bd. II, S. 567), *Canna flavescens* (vergl. Tschirch II S. 164 und 176 und Figur 20), *Canna patens* (vergl. Lewin I S. 12), vor allem aber die von Gehrke (I) und Lewin (I) untersuchten Palmen: *Sabal Havanensis* Lodd., *Pritchardia filamentosa* H. Wendl. und *Brahea filamentosa*.

Für meine eben besprochene Gruppe ist also charakteristisch, dass der Kotyledo, wie bei der vorhergehenden, unterirdisch bleibt und in einen Sauger, einen freien Leiter und eine Scheide differenziert ist, dass aber im Gegensatz zu jener Gruppe der den Sauger tragende Leiter nicht an der Spitze, sondern am Mittelteil oder an der Basis der Scheide sich ansetzt, und dass nur die Kotyledonarscheide mit der ersten Blattscheide (so bei *Commelina coelestis* und *Canna indica*) oder dem scheidenartig ausgebildeten ersten Blatt (so bei *Washingtonia robusta*) eine geringe Ähnlichkeit besitzt.

Nach Micheels („Recherches sur les jeunes Palmiers", Mém. cour. et Mém. des savants étrangers, publiés par l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, T. LI, Liége 1889; referiert in den Beiheften zum Botan. Centralblatt, Jahrg. 1891) schliesst sich hier noch eine Gruppe von Palmen an, bei welchen der Kotyledo nur aus einer Scheide und einem am unteren Teile sich direct ansetzenden Sauger besteht, bei welchen also der Leiter verschwunden ist, oder vielleicht nur äusserst kurz geworden ist.

Bei den nunmehr zu besprechenden Formen besteht der unterirdisch bleibende Kotyledo noch aus einer Scheide, einem kurzen, freien Leiter und einem Sauger, der den Sauger tragende Leiter steht aber mit der Scheide gar nicht mehr in directem Zusammenhang, sondern die Verbindung beider erfolgt durch ein mehr oder minder langes Hypokotylstück, welches somit die Rolle des freien Leiters der vorhergehenden Gruppen hauptsächlich übernimmt, d. h. die Nährstoffe weiterleitet und durch mehr oder minder grosse Streckung die Lage der Knospe und des Samens im Boden reguliert. Solcher Art ist der Kotyledo der von mir untersuchten Keimlinge von *Tigridia Pavonia* Pers., *Carex folliculata* L. und *C. Pseudo-Cyperus* L.

Tigridia Pavonia Pers.

Die Art der Keimung giebt Klebs (I S. 567) an. Ich möchte nur hinzufügen, dass die Länge der Scheide und des Zwischenstückes zwischen ihr und dem Leiter eine sehr verschiedene sein kann, jenachdem der Samen mehr oder minder tief im Boden gelegen hat, wie dies die Figuren 116 und 117, und noch besser die vergrösserten Figuren 120 und 119 darthun.

Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 115 bis 118 dar. Solche der Figur 115 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 2. Mai, die der Figuren 116 und 117 bis zum 7. Mai, die der Figur 118 bis zum 29. Mai, und schliesslich solche, bei welchen das erste Blatt etwa 7 cm, das zweite etwa

11 cm, das dritte etwa 14 cm lang war, bis Ende Juni 1894. Figur 121 giebt den Embryo, Figur 122 dessen Lage im Samen wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 116 und 117, oder besser Figur 120 und 119) besteht aus einem keulenförmig angeschwollenen Sauger (vergl. Tschirch II S. 168 und Figur 82), einem kurzen cylindrischen Leiter und andererseits aus einer fast bis oben hin geschlossenen Scheide.

Die Epidermiszellen der Scheide sind auf beiden Seiten annähernd gleich, im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit dickerer, in Chloralhydratlösung aufquellender Aussenwand. Allerdings sind die Epidermiszellen der Oberseite aussen weniger verdickt und erscheinen im Flächenschnitt mehr rechteckig, während die der Unterseite spitz- oder stumpfwinkelig ineinandergreifen. Spaltöffnungen kommen beiderseits vereinzelt vor. Viele Epidermiszellen der Oberseite und vereinzelte der Unterseite enthalten, ebenso wie manche gestreckte Parenchymzellen, einen gelbbraunen Inhalt, welcher sich mit Eisenchlorid sofort blauschwarz färbt. Zwischen den zwei Epidermen liegen im allgemeinen drei bis vier, im Centralteil zahlreichere Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum oder wenig gestreckt sind, ziemlich reichlich Stärke enthalten und viele Intercellularräume umfassen. Einzelne Zellen enthalten kleinere, gestreckte, prismatische Einzelkrystalle von Calciumoxalat. In die Scheide tritt ein grosses Leitbündel ein, welches im Centralteile nahe der Epidermis der Oberseite so verläuft, dass der Gefässstrang dieser zugewendet, der Siebstrang abgewendet ist. Der Querschnitt des Leitbündels ist elliptisch (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Ungefähr in der Mitte der Scheide setzt sich an dieses Leitbündel ein etwas kleineres an, welches so, wie es Figur 124 andeutet, nach unten verläuft. Der Gefässstrang ist also der Epidermis der Unterseite zugewendet; der grössere Durchmesser liegt in tangentialer Richtung. Vergleiche hierzu auch Figur 119 und 120. Im oberen Teil der Scheide ist die Anordnung der Gefässstrangelemente des einzigen Leitbündels eine etwas unregelmässige. Neben diesem Leitbündel tritt hier je eine Gewebelücke auf. Im obersten, offenen Scheidenteil sind die Flügel scharf zugespitzt.

Das kleinere der vorhin genannten Leitbündel durchläuft das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter, um dann in letzteren einzubiegen und ihn, sowie den Sauger zu durchlaufen (vergl. die Figuren 119 und 120). Die Epidermiszellen des kurzen freien Leiters sind im Querschnitt auch ziemlich quadratisch, mit dickeren Aussenwänden, im Flächenschnitt aber kurz. Spaltöffnungen treten vereinzelt auf. Zellen mit gelbbraunem Inhalt finden sich hier und da. Im Innern liegen etwa sieben Kreise von Parenchymzellen um das einzige Leitbündel. Erstere sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kurz und umfassen viele ziemlich grosse Intercellularräume. Das Leitbündel ist im Querschnitt rundlich, mit kleinem Gefässstrang und grossem Siebstrang, vergl. Figur 123.

Das Saugerleitbündel zeigt nichts bemerkenswertes. Um dasselbe liegen sechs bis sieben Kreise von Parenchymzellen, welche denen des Leiters ähnlich sind, aber viel grösser und fast isodiametrisch sind. Die Epidermiszellen sind ziemlich klein, im Querschnitt annähernd quadratisch, mit dünnen Aussenwänden, ohne Cuticula und Spaltöffnungen, im Flächenschnitt kurz. An der Spitze sind sie deutlich gegen die Oberfläche des Organs gestreckt.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium; vergl. Figur 118) besteht aus einer offenen Blattscheide, deren Flügel so übereinandergeschlagen sind, dass sie äusserlich geschlossen aussieht, und einer linealen Blattspreite.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich. Allerdings sind die der Unterseite aussen sehr dickwandig, die der Oberseite kleiner, rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Spaltöffnungen kommen beiderseits vor. Auch hier enthalten viele Epidermiszellen der Unterseite, einzelne der Oberseite und manche gestreckte Parenchymzellen gelbbraunen Inhalt. Zwischen den Epidermen liegen 10 bis 11 Schichten von Parenchymzellen, die denen der Kotyledonarscheide ähnlich sind, allerdings weit mehr Stärke enthalten. Einzelne enthalten auch relativ grosse, langgestreckte, prismatische Einzelkrystalle von Calciumoxalat. In den Flügeln nimmt die Zahl der Parenchymschichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Die Blattscheide wird von sechs grösseren Leitbündeln und sieben sehr kleinen Leitbündelchen durchzogen (vergl. Figur 125). Die ersteren, deren Querschnitt rundlich ist, bieten nichts besonderes.

Der Querschnitt durch die etwa 4 mm breite Blattspreite wird durch Figur 126 veranschaulicht. Es treten drei grössere Leitbündel innerhalb dreier Vorsprünge auf. Deren Siebstrang, dem einzelne Sklerenchymfasern vorgelagert sind, ist der Lage des Vorsprungs entsprechend bald nach der Oberseite, bald nach der Unterseite gerichtet. An den Blatträndern ist ferner je ein kleineres Leitbündel vorhanden, dessen Siebstrang der Schärfe derselben zugewendet ist. Ausserdem treten einige sehr kleine Leitbündelchen auf. Alle Leitbündel anastomosieren reichlich. Die Epidermiszellen sind beiderseits gleich gestaltet, im Querschnitt gross, quadratisch, allseits ziemlich dünnwandig, im Flächenschnitt kurz bis gestreckt, mit etwas bogenläufigen Wänden. Die zahlreich auftretenden Spaltöffnungen liegen vertieft und besitzen kleine Schliesszellen. Die Atemhöhlen sind ziemlich gross. An den Vorsprüngen und in der Nähe derselben sind die Epidermiszellen ebenso, wie an den Blatträndern, kleiner und (besonders aussen) dickwandiger, im Flächenschnitt langgestreckt, mit stumpfwinkelig in einander greifenden Wänden. An den Kanten der Vorsprünge und Blatträder sind die Epidermiszellen besonders dickwandig. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei oder drei Schichten isodiametrischer, assimilierender Parenchymzellen mit gewöhnlichen Intercellularräumen. An zahlreichen Orten treten aber langgestreckte Zellen mit grossen Einzelkrystallen von Calciumoxalat auf.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (älteres Stadium) zeigt im wesentlichen denselben Bau, wie das vorhergehende. Die Zahl der Schichten der Parenchymzellen der Blattscheide beträgt allerdings 13 bis 14. Die grösseren Leitbündel derselben sind etwas kräftiger, während die kleinen Leitbündelchen in etwas grösserer Zahl vorhanden sind. Die randlichen Leitbündel der etwa 8 mm breiten Blattspreite sind, ebenso wie die drei grossen, in den Vorsprüngen liegenden, stärker entwickelt, als die entsprechenden der ersten Blattspreite, und dadurch wird bei ihnen eine Vermehrung der Querschnittdicke hervorgerufen. Die Zahl der kleinen Leitbündelchen ist auch in der Blattspreite etwas vermehrt.

Das dritte Laubblatt des älteren Stadiums ist trotz seiner beträchtlichen Grösse noch nicht ausgewachsen. Die Blattscheide ist noch kurz und unvollendet, zeigt aber im Princip denselben Aufbau, wie die des zweiten Blattes. Die Blattspreite, welche 7 mm breit geworden ist, schliesst sich im Bau ganz an die des vorhergehenden Blattes an.

Das vierte Laubblatt des älteren Stadiums besitzt eine kaum nachweisbare Blattscheide und eine noch zusammengefaltete Blattspreite.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Das in die Scheide eintretende Leitbündel inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Hier findet sich ein Leitbündelgewirr,

welches bei den Stadien der Figur 118 sich noch etwas weiter nach unten fortsetzt, weil hier mehrere Nebenwurzeln ausbrechen. Das zwischen der Scheide und dem Leiter liegende Zwischenstück besitzt im allgemeinen den Querschnitt, welchen Figur 127 angiebt. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse ähnlich. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel *(H)* gleicht aber demjenigen der Wurzel, besitzt auch eine Endodermis. Demselben parallel verläuft das Leitbündel *L*, welches aus der Scheide, wie oben beschrieben, kommt und später in den freien Leiter eintritt. Dasselbe ist collateral, sein Gefässstrang ist, wie in der Scheide, nach aussen gerichtet. Unterhalb des Leiteransatzes erscheint das Hypokotyl im Querschnitt kreisrund, sonst dem linken Teil der Figur 127 entsprechend gebaut. Das Hypokotyl ist im ganzen lang (vergl. Figur 119 und 120), was auch VAN TIEGHEM (I S. 270 und 271) angiebt. Die Hauptwurzel besitzt ein diarches Leitbündel.

Bezüglich der Stadien, welche etwas älter sind, als die der Figur 115, bei welchen das erste Laubblatt die Scheide aber noch nicht durchbrochen hat, ist folgendes zu bemerken. Das Endosperm umgiebt den Sauger noch fest, wenn seine Zellen auch ziemlich inhaltarm und dünnwandig geworden sind. Sauger und Leiter sind ziemlich ausgebildet, ihre Zellen inhaltreich. Die Epidermiszellen des Leiters besitzen eine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod deutlich rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht besonders widerstandsfähig ist, immerhin aber mit ihr nachgewiesen werden kann. Das Hypokotyl, vor allem auch das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter ist bereits relativ lang. Die Scheide ist noch unvollendet, bietet aber nichts besonderes. Nur sind die Gewebelücken im oberen Teile noch nicht vorhanden. Der Spalt, durch welchen das erste Blatt später austritt, liegt etwas unterhalb der Spitze, ist aber äusserlich kaum zu sehen, da die Scheidenflügel sich gegenseitig berühren. Der oberste Scheidenteil bildet einen soliden Parenchymkegel, dessen Zellen gegen die äusserste Spitze etwas gestreckt sind und von einer gewöhnlichen Epidermis überkleidet werden. Innerhalb dieses Kegels enthalten viele Zellen gelbbraunen Inhalt, und bis in seinen unteren Teil dringt das Scheidenleitbündel vor.

Das jugendliche erste Laubblatt des genannten Stadiums ist noch ganz zusammengefaltet. Die Blattspreite ist am besten entwickelt (Spaltöffnungen sind schon ausgebildet). Die Blattscheide ist noch äusserst kurz. Trotzdem erkennt man schon die Anlagen von mehreren (mindestens drei) Leitbündeln in ihr.

Die Radicula des Embryos (Figur 121) ist wohl entwickelt, wenn auch kurz. Die Anlage eines ersten Laubblattes ist leicht zu erkennen. Die Scheide ist noch äusserst kurz. Die Keimspalte verläuft in der Längsrichtung des Embryos. Der Sauger ist besser entwickelt. Die Zellen sind alle meristematisch, kurz. Die Epidermiszellen sind an der Spitze des Saugers gegen die Oberfläche gestreckt. Ein Leitbündelinitial durchzieht die Radicula und den Kotyledo. Die Parenchymzellen sind sehr inhaltreich. Sie enthalten neben viel Proteinstoffen, welche sich mit Jodlösung rotbraun färben, Öl, welches sich in Chloralhydratlösung löst, bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt.

Das Endosperm ist hornartig, besteht aus äusserst dickwandigen, grob getüpfelten Zellen, in welchen viel Öl von den eben genannten Eigenschaften auftritt. Das Öl färbt sich auch mit Jodlösung nicht. Die Membranen werden durch Jodlösung hellbraun gefärbt und lösen sich in concentrierter Schwefelsäure leicht auf.

Der keulenförmig angeschwollene Sauger unterscheidet sich also von dem kurzen, cylindrischen Leiter dadurch, dass seine Epidermis aussen dünnwandig ist und der Cuticula und Spaltöffnungen entbehrt, dass Zellen mit gelbbraunem Inhalt

fehlen, und dass die Parenchymzellen grösser sind. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach verschieden. Die Scheide besitzt zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Scheide ist geschlossen, die Blattscheide offen; 2) die Epidermiszellen der Blattscheidenunterseite sind aussen dickwandiger, die der Oberseite sind kleiner und im Querschnitt mehr rechteckig, als die entsprechenden der Scheide; 3) die Zahl der Parenchymschichten ist durchgängig eine viel grössere in der Blattscheide, als in der Scheide; 4) die Zahl, die Gestaltung und der Verlauf der Leitbündel sind beiderseits ganz verschieden, wie dies die Figuren 120, 124, 125 darthun. In der äusserst kurzen, hufeisenförmigen Scheide des jugendlichen ersten Laubblattes sind schon die rundlichen Anlagen mehrerer Leitbündel (mindestens von drei) rings im Umkreis des Querschnitts zu erkennen. Die Blattspreite ist dem Leiter und Sauger nicht ähnlich. — Das erste und zweite Laubblatt sind andererseits einander sehr ähnlich. Ihre Blattscheiden sind im wesentlichen nur dadurch verschieden, dass die Zahl der Parenchymschichten und der kleinen Leitbündelchen der letzteren etwas grösser geworden ist. Ihre Blattspreiten unterscheiden sich nur insofern, als die des zweiten Blattes in der randlichen Partie der kräftigeren Ausbildung der hier verlaufenden Leitbündel entsprechend etwas verdickt ist, und dass auch in ihr die Zahl der kleinen Leitbündelchen etwas grösser geworden ist. Das zweite und dritte Laubblatt sind einander auch sehr ähnlich. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertion des in die Scheide eintretenden Leitbündels erfolgt da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Von diesem Leitbündel zweigt sich ein anderes ab, welches das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter durchläuft und dann in letzteren eintritt. Leiter und Sauger erhalten also ihr Leitbündel nicht vom Hypokotylleitbündel aus, wenn sie sich auch an das Hypokotyl ansetzen.

Carex folliculata L.

Die Keimung verläuft, wie es Klebs (I S. 571 und 572) für die Cyperaceen im allgemeinen angiebt. Nur möchte ich bemerken, dass die Hauptwurzel früh zu wachsen beginnt. Die Länge des Zwischenstückes zwischen Scheide und Leiter kann eine verschiedene sein.

Verschieden alte Keimlinge geben die Figuren 130 bis 132 wieder. Diejenigen der Figur 130 erhielt ich in der Zeit vom 9. April bis zum 11. Mai, die der Figur 132 bis zum 29. Mai 1894. Figur 135 stellt den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 132; vergl. Figur 133) besteht aus einer fast bis oben hin geschlossenen Scheide, welche allerdings bei den Keimlingen der Figur 132 durch die heranwachsenden ersten Blätter grossenteils gesprengt ist, und andererseits aus einem kurzen, prismatischen Leiter und einem besonders im mittleren Teile angeschwollenen Sauger. Wenn Pax (Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, II. Teil, 2. Abt., S. 103) sagt: „Ein Teil des Kotyledos bleibt nicht, wie bei den Gräsern,

als ‚Scutellum' im Samen stecken", so ist hierzu zu bemerken, dass der Sauger allerdings nicht Scutellum-ähnlich ist. Dass aber ein Sauger vorhanden ist, darauf machen schon Ebeling (I S. 190) und Tschirch (II S. 165 und 166) mit Recht aufmerksam.

Die Epidermiszellen der Scheide sind beiderseits im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, mit etwas dickerer Aussenwand; im Flächenschnitt erscheinen die der Oberseite fast quadratisch, die der Unterseite gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei bis vier Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich oder tangential etwas gestreckt, im Längsschnitt kaum oder deutlich gestreckt sind und kleine Intercellularräume umschliessen. In die Scheide tritt ein Leitbündel ein, welches von einer mehrschichtigen Parenchymscheide umgeben den Centralteil bis zur Spitze hin durchläuft. Im Querschnitt sieht dasselbe ungefähr so aus, wie es Figur 136 und 137 andeuten, besitzt also zwei sich fast berührende Siebstränge und vier Gefässstränge. Neben diesem Leitbündel tritt jederseits eine grössere Gewebelücke auf. Die solide, kegelförmige Spitze der Scheide (Figur 133) besteht aus Parenchymzellen, welche gegen den Gipfel etwas gestreckt sind, und einer Epidermis, deren Zellen kurz und aussen sehr dickwandig sind.

Das in die Scheide eintretende Leitbündel sendet sofort an der Insertionsstelle einen Zweig ab, welcher das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter durchläuft und dann in letzteren eintritt, wie es Figur 133 darstellt. Der sehr kurze Leiter hat einen etwas dreieckigen Querschnitt (Figur 138). Die Epidermiszellen sind im Querschnitt auch quadratisch, mit etwas dickerer Aussenwand, im Flächenschnitt kaum gestreckt. Mit Chromsäure ist eine Cuticula deutlich nachweisbar. Acht bis zehn Kreise von Parenchymzellen umgeben das Leitbündel. Diese sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt etwas gestreckt und umfassen zahlreiche kleinere Intercellularräume. Das Leitbündel (vergl. Figur 138) besitzt kreuzweise zwei Gefässstränge und zwei Siebstränge.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt klein, rechteckig (kleinster Durchmesser in tangentialer Richtung), im Flächenschnitt wenig gestreckt (vergl. Ebeling I S. 191). An der Spitze sind sie ungefähr würfelförmig. Die Aussenwände sind dünn. Eine Cuticula lässt sich mit concentrierter Schwefelsäure und Chromsäure nicht nachweisen. Spaltöffnngen sind nicht vorhanden. Die Epidermiszellen sind ebenso, wie die zunächst sich anschliessenden Parenchymzellen, sehr inhaltreich. Der Inhalt (Proteinstoffe und etwas Öl) färbt sich mit Jodlösung rotbraun. Wenigstens im unteren und mittleren Teile sind etwa zehn Kreise von Parenchymzellen vorhanden, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind (vergl. Ebeling I S. 191) und zahlreiche Intercellularräume umfassen. Einzelne enthalten auch Stärke. Im Centrum liegt das einzige Leitbündel, das bis in die Spitze reicht (vergl. Ebeling I S. 191) und im Querschnitt dem des Leiters ähnlich ist. Der Sauger füllt das Innere der Frucht nicht aus und ist umgeben von den Resten des mehlig-körnigen Endosperms.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 132) betseht aus einer geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind im Querschnitt beiderseits ziemlich gross (besonders an der Oberseite), quadratisch oder fünfeckig, im Flächenschnitt gestreckt, rechteckig, mit fein gewellten Wänden. Die Aussenwände sind etwas verdickt. Spaltöffnungen kommen an der Unterseite vereinzelt vor. Wie Figur 139 andeutet, ist der Blattscheidenquerschnitt dreieckig; an den einzelnen Seiten ist die Dicke eine verschiedene. An der einen Seite liegt zwischen den Epidermen nur eine Schicht von Parenchym-

zellen, innerhalb deren etwa zehn Sklerenchymfaserbündelchen auftreten. An den beiden anderen Seiten befinden sich zwischen den Epidermen vier oder fünf Schichten von Parenchymzellen, zwischen denen im ganzen sieben Leitbündel und mehrere isolierte Sklerenchymfaserbündel, sowie vier grössere Gewebelücken vorhanden sind. Die Parenchymzellen erscheinen im Querschnitt rundlich-polygonal, im Längsschnitt wenig gestreckt und umschliessen zahlreiche Intercellularräume. Die Leitbündel sind collateral. Dem nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang sind einzelne Sklerenchymfasern, dem nach der Unterseite gewendeten Siebstrang ist ein grösseres Bündel von Sklerenchymfasern vorgelagert. Die Leitbündel sind nicht alle gleich gross. Der Gefässstrang der grösseren enthält eine kleine Gewebelücke, was auch bei anderen monokotylen Wasser- und Sumpfpflanzen vielfach der Fall ist (vergl. nach Firtsch I S. 247: Westermaier, Untersuchungen über die Bedeutung toter Röhren etc., Sitzber. der Berl. Akad. 1884, S. 1107). Vergleiche hierzu Figur 140.

Die Blattspreite wird von sieben anastomosierenden Leitbündeln durchzogen, welche dieselbe Ausbildung zeigen, wie die der Blattscheide. Da, wo die grösseren Leitbündel verlaufen, tritt neben den (hier kleinen) Epidermiszellen der Oberseite ein Sklerenchymfaserbündel auf. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt auffallend gross, quadratisch, mit dickerer Aussenwand, im Flächenschnitt gestreckt, rechteckig, mit gewellten Wänden. Diejenigen der Unterseite sind ähnlich, aber im Querschnitt bei weitem nicht so gross. An der Unterseite treten zahlreiche Spaltöffnungen auf; die Schliesszellen sind ebenso wie die Nebenzellen klein. An die Epidermis der Oberseite schliessen sich zwei Schichten, an die der Unterseite schliesst sich eine Schicht von kleinen, assimilierenden, ziemlich isodiametrischen oder unregelmässig etwas gestreckten, locker zusammenstehenden Parenchymzellen an. Die Mitte wird eingenommen von einer oder zwei Schichten grösserer, farbloser, äusserst zartwandiger Parenchymzellen, welche allerdings da, wo die Leitbündel verlaufen, fehlen.

Das zweite Laubblatt, welches bei den Exemplaren der Figur 132 trotz der beträchtlichen Grösse noch nicht ganz ausgewachsen ist, besteht ebenfalls aus einer geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite. Die erstere ist noch kaum entwickelt. Die letztere ist im unteren Teile noch unvollendet, im mittleren und oberen aber völlig ausgebildet. Der Bau schliesst sich an den des ersten Laubblattes an.

Das dritte Laubblatt des Stadiums der Figur 132 zeigt auch schon im Princip den Aufbau der früheren Laubblätter.

In den Achseln der ersten Laubblätter treten sehr jugendliche Knospen auf.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung ein, die ersten Laubblätter untereinander $^1/_3$-Stellung. Da, wo dasjenige Leitbündel inseriert, das alsbald einen Zweig zur Scheide und einen anderen durch das Hypokotyl hindurch zum Leiter hin sendet, findet der Übergang von der Achse zum Hypokotyl statt. Das hier herrschende Leitbündelgewirr wird bei den Stadien der Figur 132 noch dadurch vermehrt, dass etwas unterhalb mehrere Nebenwurzeln ausbrechen. Das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück zwischen Scheiden- und Leiteranfang besitzt im allgemeinen folgenden Aufbau. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse ähnlich. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel (*H* der Figur 141) ist eigentümlich gestaltet; um einen Siebstrang herum liegen Gefässstrangelemente so, wie es die Figur 142 andeutet; ausserhalb treten teils Parenchymzellen, teils Siebstrangelemente auf, und um das Ganze lagert sich eine Endodermis, deren Zellen denen der Wurzelendodermis völlig gleichen (die Wände sind nach innen zu C-förmig besonders verdickt). Diesem Leitbündel parallel verläuft das Leitbündel *L*, welches später in den Leiter eintritt und dem Leiterleitbündel

sehr ähnlich ist. Da, wo der Leiter sich ansetzt, erfolgt der Übergang vom Hypokotyl zur Hauptwurzel. Das Leitbündel der letzteren ist pentarch.

Bei Stadien der Figur 130 ist Endosperm noch reichlich vorhanden. Tschirch rechnet die Cyperaceen zu den Formen, bei denen, wie bei den Palmen, der Sauger sich beim Keimen des Samens stark vergrössert und tief in das Endosperm eindringt (II S. 179), während Ebeling (I S. 191) sagt, der Sauger sei zu Anfang der Keimung bei den Cyperaceen schon fast fertig entwickelt und habe annähernd dieselbe Länge, wie der Samen. Bei *Carex folliculata* ist im Stadium der Figur 130 der Sauger wesentlich kleiner, als später, was Wilczek (I S. 26) auch für *Carex paniculata* und *C. paradoxa* bestätigt. Der Aufbau des Saugers ist ein ähnlicher, wie später; nur sind die Zellen weniger gestreckt, im ganzen kleiner und enthalten viel Stärke. Der Leiter ist schon gut entwickelt. Die Parenchymzellen der Scheide sind im Querschnitt noch alle kreisrund, Gewebelücken sind hier noch nicht vorhanden. Im unteren Teile finden sich im allgemeinen vier, im oberen zwei Schichten zwischen den Epidermen; im Centralteil beträgt die Zahl der Schichten ungefähr sieben bis zehn. Das Hypokotyl ist noch kurz. Sein Leitbündel *H* ist noch unvollendet, indem erst wenige Gefässe deutlich als solche zu erkennen sind. Das erste und zweite Blatt des fraglichen Stadiums sind noch jugendlich. Die Blattscheiden sind noch kaum zur Ausbildung gekommen, während die Blattspreiten in der Entwickelung weiter vorgeschritten sind. In der äusserst kurzen ersten Blattscheide, deren Zellen noch meristematisch sind, ist die Zahl der Parenchymschichten dieselbe, wie später. Innerhalb derselben sind die Anlagen von mindestens fünf Leitbündeln zu sehen. Sklerenchymfasern sind noch nicht zur Entwickelung gelangt. Die Leitbündel und Sklerenchymfasern sind auch in der Blattspreite noch nicht deutlich ausgebildet. Spaltöffnungen sind noch nicht zu sehen, wohl aber bei einem jugendlichen Blättchen, dessen Spitze etwas weiter aus der Kotyledonarscheide hervorsieht.

Den Embryo giebt Figur 135 von der Fläche, Figur 134 im Längsschnitt wieder. Die Radicula ist wohl entwickelt, wenn auch kurz. Die Plumula ist sehr kräftig ausgebildet. Die Scheidenanlage fällt deutlich in die Augen. Die Keimspalte bildet einen kurzen, in der Längsrichtung des Embryos verlaufenden Schlitz an deren Spitze. Der Leiter und das Hypokotyl sind noch nicht als solche zu erkennen. Der Sauger ist dagegen sehr gross (vergl. Wilczek I S. 27 und 28, sowie Figur 23, Tafel III). Die Zellen sind im allgemeinen ziemlich isodiametrisch oder im Längsschnitt kürzer, als breit. Leitbündelinitialen sind leicht zu erkennen. Es werden, wie Figur 134 andeutet, bereits Zweige in die Scheidenanlage und in die Plumula gesandt. Eine Cuticula ist wenigstens am Sauger weder mit Chlorzinkjod, noch mit Chromsäure nachweisbar. Die Zellen enthalten keine Stärke, dagegen sehr viel Öl, welches sich in absolutem Alkohol löst.

Das Endosperm ist mehlig-körnig. Seine Zellen besitzen sehr dünne Wände, welche leicht zerreissen. Nur in der Nähe der Samen- und Fruchtschale ist der Zusammenhang der Zellen ein etwas festerer. Die Parenchymzellen enthalten ausserordentlich viel Stärke (vergl. Wilczek I S. 22). In der der Kleberschicht der Gramineen entsprechenden Schicht findet sich andererseits viel Öl (vergl. Wilczek I S. 20 etc.).

Der in der Mitte besonders angeschwollene Sauger und der prismatische Leiter unterscheiden sich also durch die verschiedene Ausbildung der Epidermiszellen, deren Aussenwände bei ersterem vor allem viel dünner sind und einer Cuticula entbehren, sowie dadurch, dass die Parenchymzellen des ersteren mehr gestreckt sind. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach verschieden gebaut. Die Scheide hat zwar eine ge-

wisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Epidermiszellen der Blattscheide sind anders gestaltet, als die der Scheide, vor allem erscheinen sie im Flächenschnitt beiderseits rechteckig, mit fein gewellten Wänden; 2) die Unterseite der Blattscheide besitzt im Gegensatz zu der der Scheide Spaltöffnungen; 3) die Parenchymverteilung und das Auftreten von Gewebelücken sind in der Blattscheide ganz andere, als in der Scheide; 4) während in der Scheide nur **ein** eigentümlich gebautes Leitbündel (Figur 137) verläuft, treten in der Blattscheide sieben collaterale, verschieden grosse Leitbündel auf, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass dem Gefässstrang einzelne Sklerenchymfasern, dem Siebstrang ein grösseres Bündel von solchen vorgelagert sind, sowie dadurch, dass in dem Gefässstrang der grösseren Leitbündel eine Gewebelücke sich findet (Figur 140); 5) ausserdem treten in der Blattscheide noch isolierte Sklerenchymfaserbündel (in grösserer Zahl) auf. Schon die äusserst kurze Blattscheide des jugendlichen ersten Laubblättchens zeigt die charakteristische Parenchymverteilung und eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen (mindestens fünf). Die Blattspreite hat keine Ähnlichkeit mit dem Sauger und Leiter. — Das erste und zweite Laubblatt zeigen denselben Bau, höchstens könnte die zweite Blattscheide im ausgewachsenen Zustande geringfügige Abweichungen zeigen, welche bei dem von mir untersuchten Stadium noch nicht auftreten. — Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander $^1/_3$-Stellung ein. Da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht, inseriert das Leitbündel, welches einen Zweig in die Scheide und einen anderen durch das Hypokotyl durch in den Leiter und Sauger sendet.

Carex Pseudo-Cyperus L.

Die Figuren 128 und 129 stellen zwei Keimlinge dar, bei welchen nach der verschieden tiefen Lage der Frucht im Boden das Hypokotyl eine sehr verschiedene Länge angenommen hat. Beide erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 23. April 1894. Die Keimlinge habe ich zwar nicht genau untersucht, es gilt für sie aber folgendes. Der Leitbündelverlauf in Scheide, Hypokotyl, Leiter und Sauger, sowie die Art der Insertion sind ebenso, wie bei der vorigen Art. Die Scheide und das erste Laubblatt besitzen einen ähnlichen Bau, wie die von *Carex folliculata*. Allerdings sind in der Blattscheide nur fünf Leitbündel und ungefähr sechs isolierte Sklerenchymfaserbündel vorhanden, was in der Blattspreite analoge Abweichungen bedingt. *Carex Pseudo-Cyperus* schliesst sich also im wesentlichen an *Carex folliculata* an.

Nach van Tieghem (I S. 269) kommt bei der Gattung *Carex* vielleicht allgemein zwischen Scheide und Leiter ein Zwischenstück vor (vergl. Mirbel, Eléments, 1815, Tafel 59, Figur 5 und die Abbildung, welche Tschirch [II Figur 68] nach Mirbel von *Carex maxima* giebt). Wahrscheinlich verhalten sich die meisten, wenn nicht gar alle *Carex*-Arten, überhaupt ähnlich, wie *C. folliculata*.

Auch ***Cyperus reflexus*** schliesst sich nach VAN TIEGHEMS Beschreibung (I S. 269) an *Carex folliculata* an. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, dass bei dieser Form am unteren Ende des Zwischenstückes zwischen Scheide und dem kurzen Leiter ein Leitbündel inseriert, welches einen Zweig direct in den Leiter und Sauger und einen anderen durch das Zwischenstück durch in die Scheide sendet. Das letztere Leitbündel (das einzige der Scheide) wendet den Gefässstrang nach der Unterseite, den Siebstrang nach der Oberseite. In das erste Blatt treten ebenso, wie in die folgenden Blätter, drei Leitbündel ein, welche wie gewöhnlich gelagert zu sein scheinen. Inwieweit das Zwischenstück Achsen- oder Hypokotylstructur besitzt, giebt VAN TIEGHEM nicht an. Der Ausdruck „tige" (Stengel) für Zwischenstück darf nicht irre leiten, da VAN TIEGHEM denselben Ausdruck für das Zwischenstück der Gramineen anwendet, welch letzteres offenbar nicht Achsenstructur darbietet.

Nach KLEBS (I S. 572) und WILCZEK (I S. 25 etc.) besteht auch bei den *Scirpus*-Arten der Kotyledo aus einem Sauger, einem kurzen Leiter und einer Scheide. Ob bei *S. lacustris* zwischen Leiter und Scheide später ein Zwischenstück auftritt, bleibt zu untersuchen. Hier möchte ich nur darauf aufmerksam machen, dass nach den genannten Autoren der Embryo eine eigentümliche Gestalt hat, indem die Scheide mit der Plumula neben der Radicula gelagert ist, und dass nach dem letzteren Autor das erste Blatt dem Kotyledo superponiert ist (vergl. Figur 143), was auffallend wäre, wenn man die Scheide als Blatt auffasste, aber in der eigentümlich gekrümmten Gestalt des Embryos seine Erklärung findet, da sich dem ersten Blatt am besten Platz zur Entwickelung darbot, wenn es an der der Radicula abgewendeten Seite des Vegetationspunktes sich bildete, was in der That der Fall ist.

Tigridia Pavonia, Carex folliculata, C. Pseudo-Cyperus und *Cyperus reflexus* rechnet KLEBS zu seinen Typen I und IV. Vielleicht schliessen sich noch andere Arten, welche zum Typus I gestellt werden, hier an. Wahrscheinlich gilt letzteres für zahlreiche Cyperaceen, welche zum Typus IV gestellt werden, so namentlich für die *Carex*- und *Cyperus*-Arten.

Charakteristisch für die letztbesprochene Gruppe ist also, dass der Kotyledo, ebenso wie bei den vorhergehenden Gruppen, unterirdisch bleibt und in einen Sauger, einen freien (wenn auch kurzen) Leiter und eine Scheide differenziert ist, dass aber im Gegensatz zu denselben der den Sauger tragende Leiter mit der Scheide gar nicht mehr in directem Zusammenhang steht, sondern dass sich zwischen ihnen ein Zwischenstück findet. Der Leitbündelverlauf ist aber ein derartiger, dass das den Sauger und Leiter durchlaufende Leitbündel sich in seiner Fortsetzung (bezw. direct) mit dem die Scheide durchziehenden (bezw. mit dessen Fortsetzung; wenn auch an verschiedenen Stellen) vereinigt, dass also in letzter Linie sowohl die Scheide, wie der Leiter und Sauger ihr Leitbündel von einem Punkte des Centralcylinders des Keimlings aus erhalten. Von den Teilen des Kotyledos besitzt nur die Scheide eine geringe Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide.

Die Gramineen.

Zu den beiden letzten Gruppen sind nach meiner Auffassung eigentlich die Gramineen zu stellen. Da hier der Sauger aber eine eigentümliche Ausbildung erfahren hat, indem er die unter dem Namen „Schildchen“ oder „Scutellum“ bekannte Form besitzt, und da Bruns in neuerer Zeit die Teile des Grasembryos in ganz abweichender Art gedeutet hat, will ich die Gramineen gemeinsam besprechen. Ich bediene mich zunächst kurzweg der meiner Auffassung entsprechenden Nomenclatur und werde später auf eine Rechtfertigung derselben näher eingehen. Bei den Graskeimlingen ist ein Leiter, welcher ja schon bei den zuletzt besprochenen Arten sehr kurz geworden ist bezw. bei den erwähnten Palmen ganz verschwunden ist, nicht mehr vorhanden oder wenigstens äusserst kurz, wie bei *Panicum miliaceum*. Nach der Stellung von Scheide und Sauger unterscheiden van Tieghem (I S. 284 etc.) und Lewin (I S. 20 etc.) zunächst zwei Untergruppen.

Bei der ersten Untergruppe setzt sich die Scheide unmittelbar über dem Sauger an. Vom Centralcylinder des Keimlings geht ein Leitbündel aus, welches sich teilt und einen später unter Umständen sich weiter teilenden Zweig in den Sauger und zwei Zweige in die Scheide sendet. Das erste Laubblatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Stipa pennata* (van Tieghem I S. 248 etc.), *Triticum sativum* (van Tieghem I S. 250 etc.), *T. vulgare* (Lewin I S. 21), *Secale cereale* (van Tieghem I S. 251), *Hordeum vulgare* (van Tieghem I S. 251 und Lewin I S. 21 und 22) etc. Diese Untergruppe schliesst sich an die oben erwähnten Palmen und weiterhin an *Washingtonia robusta* an.

Die zweite Untergruppe, bei welcher zwischen Scheide und Sauger ein Zwischenstück vorhanden ist, steht in engerem Zusammenhang mit den *Carex*-Arten. Je nach dem verschiedenen Leitbündelverlauf sind, wie es auch Lewin (I. S. 22 und 23) thut, hier zwei Abteilungen zu unterscheiden.

Bei der ersten Abteilung geht vom Centralcylinder des Keimlings am oberen Ende des Zwischenstückes ein Leitbündel aus, welches sich sofort teilt und zwei Zweige in die Scheide und einen Zweig durch das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück (dessen Hauptleitbündel parallel) zum Sauger hin sendet. Das erste Blatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Oryza sativa* (siehe unten und Lewin I S. 23 und 24), *Zizania aquatica* (siehe unten und Bruns I Figur 22 B), *Leersia clandestina* (nach Bruns I Figur 24 B), *Phalaris canariensis*, *Melica Caffrorum* (nach Didrichsen I Figur 72 und 73), *Festuca elatior* (Lewin I S. 24), *Lolium italicum* und wahrscheinlich alle anderen Arten, welche nach van Tieghem (I. S. 255 etc.) folgenden Leitbündelverlauf darbieten sollen. Am unteren Ende des Zwischenstückes soll ein Leitbündel aus dem Centralcylinder austreten, welches sich teilt und einen Zweig direct in den Sauger sendet, während der andere dem Hauptleitbündel des Zwischenstückes parallel aufwärts verläuft, an der Scheidenbasis plötzlich mit dem Centralcylinder in Verbindung tritt, um sich sofort wieder loszutrennen und zwei Zweige in die Scheide eintreten zu lassen. Bei den genannten Arten, von welchen ich *Oryza sativa*, *Phalaris canariensis* und vor allem das von van Tieghem genau beschriebene *Lolium italicum* daraufhin selbst untersuchte, herrscht am unteren Ende des Zwischenstückes k e i n e Verbindung zwischen dem in den Sauger eintretenden Leitbündel und dem Centralcylinder. Für die Richtigkeit der van Tieghem'schen Darstellung sprechen seine Abbildungen auch nicht, und Lewin redet gar nicht von einem Leitbündelverlauf, wie er nach van Tieghem vorkommen soll. Dass ein solcher bei einer der Arten, welche van Tieghem (I S. 255 etc.) angiebt, überhaupt sich findet, erscheint mir völlig unwahrscheinlich. Deshalb teile

ich die Formen, welche mit einem Zwischenstück versehen sind, ebenso wie Lewin nur in zwei Abteilungen, deren erstere soeben besprochen wurde. Während diese sich offenbar an die *Carex*-Arten anschliesst, liegt bei einer relativ kleinen Zahl von Gräsern, welche die zweite Abteilung der zweiten Untergruppe ausmachen, die Sache anders.

Bei den Vertretern der in Frage stehenden zweiten Abteilung tritt am unteren Ende des Zwischenstücks aus dem Centralcylinder ein Leitbündel aus, welches in den Sauger eintritt, wo es sich unter Umständen weiter teilt. Andererseits gehen am oberen Ende des Zwischenstückes zwei Leitbündel aus, welche sich in die Scheide wenden. Zwischen den Leitbündeln der Scheide und dem des Saugers herrscht also keine in die Augen fallende directe Verbindung. Das Leitbündel des Zwischenstückes ist eigentümlich gebaut, im allgemeinen vom Achsenbau abweichend. Das erste Blatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Zea Mays* (van Tieghem I S. 259 etc., Lewin I S. 23; vergl. auch Kumm I S. 34 bis 36 und Sachs I), *Sorghum vulgare* (van Tieghem I S. 262, Lewin I S. 23), *Panicum miliaceum* (siehe unten und van Tieghem I S. 262), *Eleusine Coracana* (van Tieghem I S. 262), *Coix Lacryma* (van Tieghem I S. 262 und 263, Kumm I S. 36) und *Bromus secalinus* (Lewin I S. 23).

Von den Gramineen untersuchte ich je eine Form der beiden Abteilungen der zweiten Untergruppe, nämlich *Oryza sativa* L. und *Panicum miliaceum* L., ferner den Embryo von *Zizania aquatica* L. genauer. Keimlinge letzterer Art habe ich leider nicht erhalten können, da alle mir zu Gebote stehenden Früchte, selbst aus Amerika direct bezogene, bis jetzt nicht keimten.

Die Art der Keimung der Gräser wird von Klebs (I S. 570 und 571) angegeben. Für *Oryza sativa* und *Panicum miliaceum* habe ich nichts besonderes zu bemerken.

Oryza sativa L.

Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 145 und 146 dar. Die der Figur 145 erhielt ich in der Zeit vom 28. Juli bis zum 1. August, solche, welche etwas älter waren, als die der Figur 146, bis zum 9. August 1894. Die Figuren 149 und 150 stellen den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 146; vergl. Figur 147) besteht aus einer geschlossenen, allerdings gesprengten Scheide (vergl. Haberlandt I S. 67) und andererseits aus dem Sauger (Schildchen). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide erscheinen im Querschnitt ziemlich quadratisch und dickwandig; besonders sind die Radialwände (und zwar ungleichmässig) verdickt. Im Flächenschnitt sind sie gestreckt, mit ziemlich geraden, spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden. Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), nicht dickwandig, im Flächenschnitt fast quadratisch, mit grob gebuchteten Wänden. Auch hier kommen Spaltöffnungen vor. Zwischen den Epidermen liegen ungefähr acht Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, beim älteren Stadium jedoch teilweise zusammengedrückt und tangential gestreckt, im Längsschnitt fast quadratisch erscheinen und Intercellularräume umschliessen. Die Scheide wird von zwei Leitbündeln durchlaufen, deren grosser Gefässstrang nach der Oberseite, deren grosser Siebstrang nach der Unterseite gerichtet ist. Letzterem sind einige langgestreckte

Sklerenchymzellen vorgelagert. In ersterem liegen die ziemlich zahlreichen Gefässe zerstreut. Der Leitbündelquerschnitt erscheint kreisrund. Vergl. Figur 154. — Die Scheidenspitze bildet ein einfacher, mit einer Epidermis überkleideter Parenchymkegel, unterhalb dessen sich die Öffnung befindet, durch welche die Blätter durchdringen (vergl. Haberlandt I S. 67).

An derselben Stelle, an welcher die zwei Scheidenleitbündel inserieren, tritt aus dem Centralcylinder des Keimlings ein drittes Leitbündel aus, welches das Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger (dem Hauptleitbündel desselben parallel) durchläuft, um sich dann in den Sauger zu wenden und dessen oberen Teil zu durchlaufen, ohne sich zu teilen. Vergl. Figur 147 und Lewin I S. 22 und Figur 46. Der grosse Gefässstrang ist von dem beim älteren Stadium fast völlig verbrauchten Endosperm abgewendet, der grosse Siebstrang, welchem keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind, ist demselben zugewandt. (Die Lagerung wäre normal, wenn man das Schildchen als Blattspreite auffasst.) Der Leitbündelquerschnitt erscheint auch kreisrund. Die Parenchymzellen des Saugers sind isodiametrisch und umfassen Intercellularräume. Die Epidermiszellen sind an der dem Endosperm zugewendeten Seite (vergl. Figur 147), wie bei allen Gramineen, typische Cylinderepithelzellen (Lewin I S. 23 und Figur 48; Ebeling I S. 182). An den anderen Seiten sind gewöhnliche, kurze Epidermiszellen vorhanden. (Schon Sachs macht [I] auf den Unterschied in der Ausbildung der Epidermiszellen an den verschiedenen Seiten des Schildchens der von ihm untersuchten Gräser aufmerksam.)

Das ausgewachsene erste Blatt (des älteren Stadiums) besteht aus einer $2^1/_2$ cm langen, offenen Scheide, deren Flügel im unteren Teile fest übereinander gelagert sind, und deren Spitze sich aus einem stärkeren mittleren und zwei schwächeren seitlichen Vorsprüngen mit kurzen, aber kräftigen Haaren zusammensetzt. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, mit dicken Wänden (besonders sind die Aussenwände verdickt), im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Diejenigen der Oberseite sind ähnlich, nur erscheinen sie im Querschnitt tangential etwas gestreckt und dünnwandiger. Da, wo die Leitbündel verlaufen, sind die Epidermiszellen im Querschnitt noch kleiner, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind auf der Unterseite reichlich, auf der Oberseite spärlicher vorhanden. An ersterer finden sich auch vielfach Haare. Zwischen den Epidermen liegen sieben bis acht Schichten isodiametrischer oder etwas gestreckter, Intercellularräume umfassender Parenchymzellen, welche allerdings an vielen Stellen, wie es Figur 155 andeutet, zum Teile zerstört sind, wodurch grössere Gewebelücken entstanden sind. Gegen die Flügel hin nimmt die Zahl der Schichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Das Blatt wird von dreizehn mehr oder minder gut ausgebildeten, anastomosierenden, collateralen Leitbündeln durchzogen. Dieselben erscheinen im Querschnitt oval. Der Siebstrang ist nach der Unterseite, der Gefässstrang nach der Oberseite gerichtet. In letzterem tritt bei den grösseren Leitbündeln ebenso, wie bei anderen monokotylen Wasser- und Sumpfpflanzen, eine Gewebelücke auf. Sklerenchym ist dem Siebstrang nicht vorgelagert. Dafür liegt aber vor jedem Leitbündel je ein grosser Sklerenchymfaserstrang neben der Epidermis der Unterseite und ein kleinerer Strang neben der der Oberseite. Ferner tritt ein Sklerenchymfaserstrang am Rande jedes Flügels auf (vergl. Figur 155). Sämtliche Sklerenchymfaserstränge stehen mit Stegmatareihen in Verbindung. Zwei Reihen von Stegmata, welche allerdings höchstens rudimentäre Kieselkörper enthalten, liegen immer nebeneinander.

Das zweite Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besteht aus einer 6½ cm langen, offenen Blattscheide, deren Ränder übereinandergeschlagen sind, und an deren Spitze sich zwei seitliche Vorsprünge mit längeren, kräftigen Haaren finden, einer kurzen, feinen Ligula und einer 3½ cm langen, linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Blattscheide ist im wesentlichen ebenso gebaut, wie das erste Blatt; nur sind zwei Leitbündelchen hinzugekommen. Für die Blattspreite gilt folgendes. Die Epidermiszellen sind beiderseits im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, mit sehr dicken, zahlreiche Höckerchen tragenden Aussenwänden, im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Überall da, wo der Blattspreitenquerschnitt etwas eingeschnürt erscheint, d. h. zwischen den Leitbündeln, wie es Figur 156 andeutet, sind die Epidermiszellen der Oberseite im Querschnitt auffallend gross. Spaltöffnungen kommen beiderseits reichlich vor. Haare finden sich auf der Unterseite in grosser, auf der Oberseite in geringerer Zahl. Zwischen den Epidermen liegen drei bis fünf Schichten assimilierender, isodiametrischer, Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen. Die Zahl der Leitbündel ist auf 19 gestiegen. Dieselben sind verschieden stark ausgebildet und gleichen denen der Blattscheide. Eine Gewebelücke tritt allerdings nur im Gefässstrang einzelner Leitbündel auf. Vor den grösseren Leitbündeln liegt beiderseits, vor den anderen nur auf der Unterseite neben der Epidermis ein mehr oder minder kleiner Strang von Sklerenchymfasern, welcher mit Stegmatareihen so, wie in der Blattscheide, in Verbindung steht. Ein ebensolcher Strang verläuft längs des Blattspreitenrandes.

Das dritte Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besteht aus einer 7½ cm langen Blattscheide, welche der des zweiten Blattes ähnlich ist, einer kurzen, feinen Ligula und einer 14 cm langen, linealen Blattspreite. Trotz der beträchtlichen Grösse ist dasselbe noch nicht völlig ausgebildet. Der anatomische Bau ist im wesentlichen derselbe, wie der des zweiten Blattes. Nur ist der Centralteil sowohl der Blattscheide, als der Blattspreite auffallend dick geworden und enthält mehrere bezw. zwei grosse Gewebelücken, und die Leitbündel haben sich innerhalb der Blattspreite noch weiter verzweigt.

Das vierte Blatt des älteren Stadiums ist noch jugendlich, im ganzen 12 cm lang. Die Blattscheide ist noch kaum entwickelt. Die Blattspreite ist noch zusammengefaltet, nur im oberen, ungefähr 4 cm langen Teile entfaltet.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen ½-Stellung ein. Der Leitbündelverlauf lässt sich bei Exemplaren des älteren Stadiums noch verfolgen, obgleich zahlreiche Nebenwurzeln aus dem unteren Achsenteil und dem Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger hervorgebrochen sind, und obgleich die Hauptwurzel abgestorben ist. Zur Untersuchung eignen sich aber jüngere Stadien besser. Die zwei Leitbündel der Scheide und das später in den Sauger eintretende inserieren da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück besitzt eine Epidermis und Hypodermis, wie die Achse. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel (*H* der Figur 157) ähnelt etwas dem der Wurzel. In der Mitte liegen zerstreut einige kleinere Gefässe. Von diesem Centralteil gehen etwas unregelmässig sechs Gefässstränge mit einigen grösseren Gefässen aus. Zwischen diesen liegen ein grosser, drei mittelgrosse und zwei winzige Siebstränge. Eine deutliche Endodermis ist nicht zu sehen. Das später in den Sauger eintretende Leitbündel *(S)* wendet seinen Gefässstrang nach aussen, seinen Siebstrang, welchem sklerenchymatische Elemente vorgelagert sind, nach innen. Der untere Teil des Saugers hängt mit dem unteren Hypokotylteil in breiter Fläche zusammen. Wenn Lewin (I S. 22)

sagt, das kräftigere Leitbündel von den zweien, welche das Zwischenglied durchlaufen, setze sich in der Hauptwurzel fort, dringe aber erst ins Schildchen ein und mache darin eine scharfe Biegung, bevor es in die Wurzel hinausgehe, so ist hierzu zu bemerken, dass kein Grund zu der Behauptung vorliegt, genanntes Leitbündel dringe in das Schildchen ein. Der Winkel, welchen das Leitbündel an der in Rede stehenden Stelle macht, ist auch lange nicht so spitz, wie ihn Lewin (I Figur 46) zeichnet, (vergl. Figur 147). Da, wo die plötzliche, starke Biegung auftritt, findet der Übergang zur Wurzelstructur statt. Rings sind hier noch die Reste der Koleorhiza und ihres Auswuchses, des sogenannten Epiblasten, zu sehen. Den Koleorhizaauswuchs, welcher schon an Keimlingen des Stadiums der Figur 145 zerstört ist, bildet Lewin (I Figur 46) ganz falsch ab. Seine ursprüngliche Gestalt wird in Figur 147 angedeutet. Die Hauptwurzel besitzt ein hexarches oder heptarches Leitbündel, welches im Centrum ein grosses Gefäss besitzt. Im Rindenparenchym treten grosse Hohlräume auf. Unter der Hypodermis, welche nichts besonderes bietet, liegt ein Ring sklerenchymatischer Elemente. Die Epidermis besitzt reichlich Wurzelhaare.

Bezüglich der Stadien der Figur 145 ist folgendes zu erwähnen. Das Endosperm ist zum grossen Teile noch vorhanden. Der Sauger und das Hypokotyl sind bereits entwickelt, wie es Figur 147 darthut. Die Scheide, welche noch nicht gesprengt ist, ist nicht ganz ausgebildet. Vor allem sind den Siebsträngen der zwei Leitbündel noch keine sklerenchymatischen Elemente vorgelagert. Das jugendliche erste Blatt, welches die Kotyledonarscheide noch nicht durchbrochen hat, zeigt die Anlage zum späteren Aufbau, wenn auch die Entwickelung noch wenig vorgeschritten ist, Gewebelücken natürlich noch fehlen. Vor allem ist zu bemerken, dass die Anlagen von elf Leitbündeln und von Sklerenchymfaserbündeln bereits deutlich zu sehen sind. Beim jugendlichen zweiten Blatt ist die Blattscheide noch kaum vorhanden. Die meristematische Blattspreite ist noch ganz zusammengefaltet. Ungefähr sechzehn Leitbündelanlagen sind in letzterer schon vorhanden.

Den Embryo im ruhenden Zustande stellen die Figuren 149 und 150 (etwas seitlich und von der Fläche gesehen) dar, während Figur 151 den Längsschnitt, Figur 152 den Querschnitt des mittleren Teiles, Figur 153 einen etwas höher ausgeführten Querschnitt wiedergiebt. Figur 148, welche einen jüngeren Embryo von der Fläche darstellt, ist der Arbeit von Bruns (I Figur 23 F) entnommen. Das Längsschnittbild, welches Bruns (I Figur 23 A) giebt, ist nach meinen Beobachtungen uncorrect. Wie Lewin (I S. 22) und Bruns (I) richtig bemerken, zeigt der Embryo eine eigentümlich gekrümmte Lage dadurch, dass die Radicula und Plumula ungefähr einen rechten Winkel mit einander bilden. Die kräftig entwickelte Radicula liegt innerhalb der Koleorhiza, die nach oben hin einen etwas unregelmässig gestalteten Auswuchs, den sog. Epiblasten anderer Autoren, besitzt. Dieser schmiegt sich der Kotyledonarscheide an, innerhalb deren die stark entwickelte Plumula sich befindet. Der untere Teil des Schildchens (Saugers) hängt mit der Koleorhiza und dem Hypokotyl in einer Weise zusammen, dass man eine deutliche Grenze nicht wahrnehmen kann. Der obere Teil ist frei, liegt aber wenigstens anfangs der Kotyledonarscheide an, welche seine umgeschlagenen, flügelartigen Ränder mehr oder minder umfassen, wobei sie zum Teil sogar den Koleorhizaauswuchs noch bedecken, wie dies die Figuren 149, 150 und 152 darstellen. Da, wo die Scheide vom Mittelteile des Schildchens etwas absteht (vergl. Figur 151), werden die Ränder des letzteren beiderseits dick und umfassen je eine Hälfte der Scheidenspitze so, wie es Figur 153 im Querschnitt wiedergiebt. Was Bruns mit einem Übereinandergreifen meint, ist mir unklar; es liegt wohl eine Täuschung vor. Die genannten Schildchenfortsätze und der Koleorhizaauswuchs füllen alle Hohlräume aus, welche durch die

besondere Ausbildung des Saugers und besonders durch die eigentümliche Stellung der weit entwickelten Scheide und Plumula entstanden sind, und erteilen dem Embryo, welcher, nur von der Kleberschicht bedeckt, direct unter der Samen- und Fruchtschale liegt, eine angemessene (etwas gerundete) Form, welche eine Zerquetschung der Plumula beim Eintrocknen der Frucht und bei der späteren Quellung des Endosperms verhindert. Figur 148 stellt, wie gesagt, einen jüngeren Embryo dar, bei welchem die Schildchenlappen und der Koleorhizaauswuchs erst im Entstehen begriffen sind. Da Scheide und Plumula hier ebenfalls noch wenig entwickelt sind, besitzt dieser Embryo eine ähnliche äussere Form, wie der reife, was ein Vergleich der Figuren 148 und 150 darthut. Innerhalb des reifen Embryos verläuft ein Prokambiumstrang durch den oberen Teil des Schildchens zum Vegetationspunkt hin, von wo andererseits zwei kleinere Prokambiumstränge zur Scheide und ein grosser zur Wurzel hin ausgeht. Innerhalb dieser Stränge sind einzelne Gefässe bereits zur Ausbildung gekommen, was Bruns (I S 23) ebenfalls bei ruhenden Grasembryonen gesehen hat. An der dem Endosperm zugewendeten, ganz zum Schildchen gehörenden Embryofläche ist das Epithel bereits wahrnehmbar. Die Zellen des Embryos enthalten viel Stärke und etwas Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure nicht färbt.

Das aus dünnwandigen Zellen bestehende Endosperm enthält, wie bei allen Gräsern, reichlich Stärke; von der Kleberschicht sehe ich ab.

Der Sauger hat also die unter dem Namen Schildchen bekannte Form und zeigt keine Ähnlichkeit mit den Teilen der Blätter. Sein Leitbündel gleicht denen der Scheide, entbehrt nur der sklerenchymatischen Elemente. Die Scheide hat auch hier eine gewisse Ähnlicheit mit dem niederblattartig ausgebildeten ersten Blatt. Wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Scheide ist geschlossen, das erste Blatt eine offene Blattscheide; 2) die Spitze der ersteren ist ganz anders gestaltet, als die des letzteren; 3) die Epidermiszellen sind verschieden ausgebildet, vor allem sind die der Scheide im Flächenschnitt auf der Unterseite gestreckt, mit **geraden,** spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden, auf der Oberseite fast quadratisch, mit **grob gebuchteten** Wänden, während die des ersten Blattes beiderseits gestreckt, mit **gewellten** Wänden versehen sind; 4) Gewebelücken kommen nur im Blatt vor; 5) während die Scheide von zwei collateralen Leitbündeln durchlaufen wird, welche bei kreisrundem Querschnitt einen soliden, **grossen** Gefässstrang, einen **grossen** Siebstrang und vor diesem ein Bündel langgestreckter Sklerenchymzellen besitzen, durchsetzen das erste Blatt dreizehn anastomosierende, collaterale, mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel, welche einen kleineren, elliptischen Querschnitt besitzen, deren Siebstrange keine sklerenchymatischen Elemente vorgelagert sind, und deren grössere im Gefässstrang eine Gewebelücke aufweisen; 6) andererseits liegt im ersten Blatt neben der Epidermis der Ober- und Unterseite vor jedem Leitbündel je ein mehr oder minder grosser Strang von Sklerenchymfasern, welcher mit Reihen von Stegmata (ohne gutausgebildete Kieselkörper) im Zusammenhang steht, und ein ebensolcher Strang verläuft im Blattrande. Zu bemerken ist, dass im jugendlichen ersten Blatt, welches die Kotyledonarscheide noch nicht durchbrochen hat, bereits die Anlagen von elf Leitbündeln und von Sklerenchymfasersträngen zu sehen sind. — Das erste

Blatt und die Blattscheide des ersten Laubblattes zeigen andererseits nur die Verschiedenheit, dass in letzterer zwei Leitbündelchen hinzugekommen sind. Die Blattspreite des ersten Laubblattes tritt als etwas Neues hinzu. Das zweite und dritte Blatt zeigen nur geringe Abweichungen von einander. — Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die zwei Leitbündel der Scheide und das später in den Sauger eintretende inserieren da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Das ganze Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger besitzt Hypokotylstructur.

Panicum miliaceum L.

Einen jungen und älteren Keimling stellen die Figuren 158 und 159 dar. Den ersteren erhielt ich in der Zeit vom 28. Juli bis zum 30. Juli, den letzteren bis zum 10. August 1894. Ein mittleres Stadium, bei welchem das zweite Blatt noch jugendlich, das erste Blatt jedoch ziemlich entwickelt war, erhielt ich bis zum 1. August 1894.

Der ausgewachsene Kotyledo (mittleres Stadium; vergl. Figur 160) besteht aus einer geschlossenen Scheide, welche allerdings schon zu zerreissen beginnt (vergl. Haberlandt I S. 67), und andererseits aus einem Sauger (Schildchen). Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind im Querschnitt ungefähr quadratisch, mit etwas verdickter Aussenwand, im Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen kommen reichlich in je einem Streifen vor den Leitbündeln vor. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt wenigstens später etwas tangential gedehnt und aussen dünnwandig, im Flächenschnitt ebenfalls gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen konnte ich hier nicht wahrnehmen. Haare fehlen gänzlich. Zwischen den Epidermen liegen da, wo die Leitbündel verlaufen, vier, sonst zwei Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt unregelmässig rundlich, im Längsschnitt kaum oder etwas gestreckt erscheinen und Intercellularräume umfassen. Die zwei collateralen Leitbündel, welche die Scheide durchlaufen, sind im Querschnitt kreisrund (Figur 164). Der Siebstrang, welchem keine Festigungselemente vorgelagert sind, ist nach der Unterseite gerichtet, der ihn halb umfassende Gefässstrang nach der Oberseite. Die Scheidenspitze ist gestaltet, wie bei *Oryza sativa*. Nach Haberlandt (I S. 67) zeigen die meisten Gräser, wenigstens alle Getreidearten, im wesentlichen diesen Aufbau der Scheide.

Während die zwei Scheidenleitbündel am oberen Ende des Zwischenstückes inserieren, tritt am unteren Ende desselben aus dem Centralcylinder ein gleichgestaltetes Leitbündel aus, welches direct in den Sauger eindringt und, den Siebstrang dem Endosperm zuwendend, dessen oberen Teil durchläuft, ohne sich zu teilen (Figur 160; vergl. auch van Tieghem I S. 262). Das Parenchym des Saugers besteht aus isodiametrischen, Intercellularräume umfassenden, stärkereichen Zellen. An der dem Endosperm zugewendeten Seite (vergl. Figur 160) sind die Epidermiszellen typische Cylinderepithelzellen (vergl. Ebeling I S. 183), während an den übrigen Seiten kurze, tafelförmige Epidermiszellen vorhanden sind.

Das erste Laubblatt (Figur 159) besteht aus einer offenen Blattscheide, deren Ränder übereinandergeschlagen sind, und einer linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich. Jedoch kommen an der Unterseite allgemein reichlich Spaltöffnungen und lange Haare vor. Zwischen den Epidermen

finden sich vier Schichten von Parenchymzellen, welche denen der Kotyledonarscheide ähnlich, aber mehr gestreckt und so, wie es Figur 165 andeutet, an vielen Stellen zerstört sind, wodurch Gewebelücken sich gebildet haben. Gegen die Flügel hin nimmt die Zahl der Parenchymzellschichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Ausserdem finden sich dreizehn mehr oder minder grosse collaterale Leitbündel, deren Querschnitt elliptisch ist, und deren nach der Unterseite gerichtetem Siebstrang ein grösseres Bündel von wenig dickwandigen Sklerenchymfasern vorgelagert ist. Im Gefässstrang der grösseren Leitbündel tritt eine Gewebelücke auf.

Die Epidermiszellen der Blattspreite sind im Querschnitt beiderseits ziemlich gross, quadratisch, mit etwas verdickter Aussenwand, im Flächenschnitt mehr oder minder gestreckt, mit nicht gewellten Wänden. Ebenso wie bei *Oryza sativa* fällt ein Teil der Epidermiszellen der Oberseite im Querschnitt durch besondere Grösse auf. Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten reichlich vor. Lange Haare finden sich auf der Oberseite in grosser Zahl, auf der Unterseite spärlicher. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei bis drei Schichten assimilierender, in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckter Parenchymzellen, während rings um jede Parenchymscheide eines Leitbündels eine Schicht sehr chlorophyllreicher, unregelmässig kugeliger, grössere Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen sich befindet. Die Parenchymscheidenzellen selbst sind im Querschnitt und Längsschnitt annähernd quadratisch, gross, und zeigen an der dem Leitbündel zugewendeten Fläche einen breiten Beleg stark lichtbrechender, schwach bräunlich gefärbter Inhaltsmassen. Die collateralen, anastomosierenden Leitbündel, deren Zahl auf vierundzwanzig gestiegen ist, und welche ziemlich nahe nebeneinander verlaufen, sind mehr oder minder gut ausgebildet. Die grösseren besitzen in dem kräftig entwickelten, nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang ebenfalls eine Gewebelücke. Dem Siebstrange sind keine Festigungselemente angelagert, dahingegen verlaufen Sklerenchymfaserbündelchen beiderseits neben der Epidermis. Die meisten Leitbündel besitzen nur einen kleinen Gefäss- und Siebstrang, ohne Gewebelücken, bei kreisrundem Querschnitt. Vor denselben finden sich Sklerenchymfaserbündelchen überhaupt nicht oder höchstens neben der Epidermis der Unterseite. Mit allen Sklerenchymfaserbündelchen stehen einzelne Reihen von Stegmata (ohne gut ausgebildete Kieselkörper) in Verbindung.

Das zweite Laubblatt des Stadiums der Figur 159 besteht ebenfalls aus einer offenen Blattscheide mit übereinandergeschlagenen Flügeln und einer linealen Blattspreite. Trotz der beträchtlichen Grösse ist es noch nicht ganz ausgewachsen. Die Blattscheide zeigt aber offenbar die Anlage zum Bau, wie ihn die erste Blattscheide besitzt. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Von den Leitbündeln sind sieben in der Ausbildung weiter vorgeschritten, wenn auch Gewebelücken in den Gefässsträngen noch nicht zu sehen sind, und die Sklerenchymfaserbündel noch schwach entwickelt sind. Die sechs übrigen Leitbündel sind der Anlage nach wahrnehmbar. Die wohl entwickelte Blattspreite zeigt den Aufbau der ersten Blattspreite.

Die folgenden Blätter des genannten Stadiums sind noch jugendlich.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Den Leitbündelansatz kann man sowohl an den älteren, wie an den mittleren Stadien gut verfolgen. Da, wo die zwei Scheidenleitbündel inserieren, herrscht noch Achsenstructur. Mehre collaterale Achsenleitbündel vereinigen sich mit den Scheidenleitbündeln zu drei collateralen Leitbündeln, deren Verbindungslinien ein kleines, fast gleichseitiges Dreieck bilden. Wie in Figur 160 angedeutet ist, tritt aber bald Hypokotylstructur auf. Die

Epidermis und Hypodermis des Hypokotyls sind denen der Achse gleich. Das Leitbündel hat im Querschnitt das durch Figur 166 angedeutete Aussehen. Dessen Scheide ist der des Wurzelleitbündels ähnlich. Am unteren Ende des Zwischenstückes tritt an der mit *a* bezeichneten Stelle das Saugerleitbündel derart ein, dass seine Gefässe sowohl nach unten, wie besonders nach oben zu in denen des Hypokotylleitbündels ihre Fortsetzung finden. Letzteres ändert sofort seine Gestalt, indem das Querschnittbild unterhalb der Insertion des Saugerleitbündels das der Figur 167 ist. Sehr bald findet dann der Übergang zur Wurzelstructur statt. Die Hauptwurzel besitzt ein pentarches oder hexarches Leitbündel.

Bezüglich der Stadien der Figur 158 ist zu erwähnen, dass der Sauger und das Hypokotyl bereits fertig ausgebildet bezw. in der Entwickelung vorgeschritten sind, wenn letzteres auch äusserlich nicht auffällt. Die Scheide ist noch nicht ausgewachsen. Ihre Leitbündel sind noch unvollendet. Das jugendliche erste Laubblatt, welches die Scheide noch nicht durchbrochen hat, besitzt eine äusserst kurze, meristematische Blattscheide, in welcher eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen, wenn auch undeutlich, zu erkennen ist. Die Blattspreite ist, besonders im oberen Teile, schon besser entwickelt. Dieser obere Teil zeigt schon deutlich das Princip des Aufbaues des späteren Stadiums. Spaltöffnungen sind hier bereits vorhanden. Das zweite Laubblatt ist noch sehr klein.

Den Embryo stellt Figur 161 (von der Fläche gesehen) dar, während Figur 162 einen Längsschnitt und Figur 163 einen Querschnitt durch den oberen Teil wiedergiebt. Die wohl entwickelte Radicula liegt innerhalb einer kräftigen Koleorhiza. Diese besitzt keinen als Epiblast zu bezeichnenden Auswuchs (vergl. Bruns I S. 27 und van Tieghem I S. 263), weil die Radicula (mit der Koleorhiza), das sich anschliessende Hypokotyl und die Scheide (mit der Plumula) in einer geraden Linie liegen, also keinen Hohlraum zwischen sich auftreten lassen. Das Hypokotyl ist relativ lang. Die Plumula und die umhüllende Scheide sind in der Entwickelung weit vorgeschritten. Das Schildchen ist im unteren Teile gegen die Koleorhiza, im oberen gegen die Scheide und das Hypokotyl wohl abgesetzt, liegt denselben aber dicht an und umfasst mit den umgebogenen, kaum flügelartig verlängerten Rändern dieselben etwas, wie es Figur 163 für den oberen Teil darstellt. Diese schwachen Randfortsätze des Schildchens runden offenbar den Embryo etwas ab (Figur 161 und 163) und schützen so die Plumula besser gegen Druck. Ein Prokambiumstrang durchläuft den oberen Teil des Schildchens und setzt sich an denjenigen an, welcher das Hypokotyl und die Radicula durchsetzt. Gefässe sind noch nicht ausgebildet. An der dem Endosperm zugewendeten Seite ist das Epithel bereits angelegt. Die Zellen des Embryos enthalten Stärke und viel Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure schwach gelblich, bei weiterer Zerstörung der Gewebe hellrosenrot färbt.

Abgesehen von der Kleberschicht sind die Endospermzellen dünnwandig und stärkereich.

Der Sauger hat also die unter dem Namen „Schildchen“ bekannte Form und zeigt keine Ähnlichkeit mit den Teilen der Laubblätter. Sein Leitbündel gleicht denen der Scheide. Der Leiter ist äusserst kurz. Die Scheide hat zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) Erstere ist geschlossen, letztere offen; 2) letztere besitzt zahlreiche Spaltöffnungen rings an der Unterseite, während solche an ersterer nur in einem Streifen vor jedem der zwei Leitbündel vorkommen; 3) die Blattscheide ist durch den Besitz von vielen langen Haaren und 4) von Gewebelücken ausgezeichnet; 5) während die Scheide nur zwei Leitbündel

von kreisrundem Querschnitt, ohne besondere Festigungselemente besitzt, durchlaufen die Blattscheide dreizehn Leitbündel von elliptischem Querschnitt, vor deren Siebstrange ein grösseres Bündel wenig dickwandiger Sklerenchymfasern liegt, und deren grössere im Gefässstrang je eine Gewebelücke aufweisen. Zu bemerken ist, dass in der äusserst kurzen, meristematischen Blattscheide des jugendlichen ersten Laubblattes bereits eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen wahrnehmbar ist. Die Blattspreite kommt als etwas Neues hinzu. — Andererseits zeigt das zweite Laubblatt offenbar die Anlage zum Bau, welchen das erste Laubblatt darbietet; seine wohl entwickelte Blattspreite ist der des ersten Blattes im wesentlichen gleich. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Wo die zwei Scheidenleitbündel inserieren, herrscht noch Achsenstructur, die Hypokotylstructur tritt aber sehr bald unterhalb auf. Am unteren Ende des Zwischenstückes ändert sich der Leitbündelquerschnitt da, wo das Saugerleitbündel austritt, etwas (vergl. die Figuren 166 und 167). Bald darauf nimmt die Hauptwurzel ihren Anfang.

Der Embryo von Zizania aquatica L.

Figur 168 stellt ihn von der Fläche gesehen, Figur 169 seinen Längsschnitt dar. Die Flächenansicht, welche Bruns (I Figur 22 A) giebt, ist unklar. Wahrscheinlich hat sich bei der Untersuchung, welche Bruns vornahm, der untere Teil auf die Seite gelegt, und der Koleorhizaauswuchs befindet sich nicht in natürlicher Lage. Das Längsschnittbild, welches Bruns (I Figur 22 B) entworfen hat, glaubte ich auch durch ein besseres ersetzen zu müssen, weil jenes nicht die natürliche Lage der Teile des Embryos berücksichtigt, und weil die Ansatzstelle des sog. Epiblasten und die Richtung der Radicula nicht mit meinen Beobachtungen übereinstimmen. Von meinen Querschnittfiguren entspricht Figur 171 der Bruns'schen Figur 22 L; von den drei Prokambiumsträngen, welche nach Bruns das Schildchen durchlaufen sollen, ist nur der mittlere wirklich vorhanden. Figur 172 soll einen Ersatz für die uncorrecte Bruns'sche Figur 22 J bilden. Figur 170 stellt einen Querschnitt durch den oberen Schildchenteil dar. Die Figuren 173 und 174 geben im Querschnitt ein Stück der Koleorhiza bezw. den Koleorhizaauswuchs wieder. Bemerken möchte ich noch, dass meine Untersuchungen an Embryonen von ungekeimten Samen ausgeführt wurden, welche besser entwickelt waren, als diejenigen, welche Bruns vorlagen. Um nun zur Beschreibung des Embryos überzugehen, ist darauf hinzuweisen, dass er sich in seinem Aufbau in vielen Beziehungen an den von *Oryza sativa* anschliesst. Die Längsrichtung der Radicula und Koleorhiza weicht auch hier von der des Hypokotyls und der Scheide (mit der Plumula) ab, und es füllt ein Koleorhizaauswuchs, der sog. Epiblast, den so entstehenden Hohlraum aus. Entsprechend der auffallenden Streckung des ganzen Embryos (welcher, von der Frucht- und Samenschale, sowie von der Kleberschicht bedeckt, innerhalb einer schmalen, langen Frucht liegt) und insbesondere entsprechend der Streckung des an Dicke hinter der Scheide (mit der Plumula) zurückstehenden Hypokotyls besitzt der Koleorhizaauswuchs eine ausnahmsweise grosse Länge. Die Koleorhiza und ihr Auswuchs bestehen in gleicher Weise aus einem Parenchym aus ungleich grossen, unregelmässig gelagerten, reichlich Stärke führenden und kleine Intercellularräume umfassenden Zellen

und einer ganz gleich gestalteten Epidermis (mit dicker Aussenwand; vergl. die Figuren 173 und 174). Beide hängen unmittelbar zusammen. Ihr gemeinsamer Ansatz an das Hypokotyl findet entschieden unterhalb der Stelle statt, wo das Schildchen sein Leitbündel erhält. An das lange Hypokotyl schliesst sich die stark entwickelte Plumula mit der Scheide an. Das Schildchen ist im unteren Teile gegen die Koleorhiza, im oberen gegen das Hypokotyl und die Scheide deutlich abgesetzt, schmiegt sich denselben aber an und umfasst sie mit seinen umgebogenen Rändern mehr oder minder weit, wie es Figur 168 darstellt, und wie es aus den Bruns'schen und meinen Querschnittbildern zu erkennen ist. Bemerkenswert ist, dass die flügelartig erweiterten Schildchenränder stets soweit vorragen, als nötig erscheint, um die Abrundung des Embryos auf der der Kleberschicht anliegenden Seite zu vollenden. Die Randauswüchse des Schildchens umfassen auch die Koleorhizawucherung, und zwar am stärksten da, wo diese zufolge ihrer Zuspitzung am wenigsten geeignet ist, die fragliche Abrundung des Embryos zu bewirken. Eine Verdickung der Randauswüchse, wie sie bei *Oryza sativa* vorkommt, brauchte hier nicht stattzufinden, weil die Scheide (mit der Plumula) ihrem ganzen Verlaufe nach sich an das Schildchen anschmiegt. Wie Figur 169 angiebt, verläuft vom oberen Teil des Schildchens bis zum Vegetationspunkt hin ein Prokambiumstrang, während ein anderer das Hypokotyl und die Radicula durchsetzt. Wo diese beiden sich vereinigen, gehen zwei kleinere Prokambiumstränge zur Scheide und zahlreichere zu den ersten Blättern hin aus. Wie bei *Oryza sativa* sind einzelne Gefässe schon ausgebildet. Bezüglich der ersten Blätter ist hervorzuheben, dass in jedem eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen zu erkennen ist, und dass die Parenchymzellen, wie gewöhnlich, in ziemlich regelmässige Schichten angeordnet sind. Von einer Ähnlichkeit des Baues des Koleorhizaauswuchses mit dem der Scheide und der ersten Laubblattanlagen kann keine Rede sein. Auf der dem Endosperm zugewendeten Seite des Schildchens ist ein Cylinderepithel angelegt, während an den übrigen Seiten gewöhnliche Epidermiszellen sich finden. Die Parenchymzellen des Embryos enthalten viel Stärke und Öl.

Im Vorhergehenden habe ich das Schildchen der Gräser dem Sauger bezw. dem Sauger und Leiter der anderen Monokotylen und die Scheide der Kotyledonarscheide derselben vollkommen gleichgestellt und beide zusammen in demselben Sinne, wie früher, als Kotyledo bezeichnet, während ich den sog. Epiblasten als Koleorhizaauswuchs hinstellte. Im folgenden will ich nun die Gründe auseinandersetzen, welche mich dazu veranlassten.

Bekanntlich sind die einzelnen Teile des Graskeimlings ihrer morphologischen Bedeutung nach von den einzelnen Botanikern sehr verschieden aufgefasst worden. Wie es Lewin (I S. 20) übersichtlich zusammenstellt, sind die Ansichten der einzelnen folgende: 1) Das Schildchen ist das erste Blatt (der Kotyledo), der sog. Epiblast das zweite, die Scheide das dritte Blatt (Malpighi, Mirbel, Poiteau, Turpin, Warming, Bruns etc.). 2) Das Schildchen und der Epiblast bilden zusammen den Kotyledo, die Scheide das zweite Blatt (Schleiden, Decaisne etc.). 3) Die Scheide ist der ganze Kotyledo, der Epiblast und das Schildchen sind Teile von Stengel und Wurzel (Richard, Adr. de Jussieu, Hofmeister, Sachs etc.). 4) Das Schildchen, der Epiblast und die Scheide bilden zusammen den Kotyledo (Gaertner, van Tieghem etc.). Eine ausführliche Auseinandersetzung der Ansichten der einzelnen Autoren findet sich in van Tieghem I (S. 236

bis 248) und Bruns I (S. 3 bis 10). Meine Ansicht steht der van Tieghem'schen am nächsten. Allerdings kann ich den sog. Epiblasten nicht als Auswuchs des Schildchens und somit als Teil des Kotyledos betrachten. Da mir Material zu einer besseren Begründung, als die van Tieghem'sche ist, zu Gebote steht, und da die Bruns'sche Arbeit (I) eine kritische Prüfung der Sachlage herausforderte, will ich meine Anschauung im folgenden zu rechtfertigen suchen, indem ich Bruns entschieden entgegentrete, welcher (I S. 10) sagt, dass seine Deutung die Frage der Bedeutung der einzelnen Teile des Grasembryos einmal definitiv entscheiden dürfte.

Meine Auffassung gründet sich darauf, dass der Grasembryo im ausgekeimten Zustande in allen morphologischen Teilen sich im wesentlichen ebenso verhält, wie die Keimlinge anderer Monokotylen, und dass sich eine continuierliche Reihe von Übergangsgliedern aufstellen lässt, durch welche man von solchen Formen, deren Kotyledo sich unbestrittenermassen aus einem Sauger, einem Leiter und einer Scheide zusammensetzt, zu den Gräsern gelangt.

Fassen wir zunächst das Schildchen ins Auge. Dasselbe entspricht dem Sauger der anderen Monokotylen. Wie bei einer Reihe von Palmen, welche Micheels untersuchte, ist es stiellos (leiterlos) oder besitzt nur einen äusserst kurzen Leiter. Seine eigentümliche Form darf nicht als etwas Wesentliches hingestellt werden, wenn man die grosse Formverschiedenheit der Sauger anderer Monokotylen betrachtet, so den fadenförmigen Sauger von *Asphodelus luteus* (Figur 58), den keuligen von *Commelina coelestis* (Figur 84), den blattspreitenartigen von *Dioscorea bulbifera* (Figur 46) und *Doryanthes Palmeri* (Tschirch II Figur 27 und S. 168), den zweilappigen von *Alpinia nutans* (Tschirch II Figur 11), die unregelmässig gelappten der Palmen mit ruminiertem Endosperm (vergl. Tschirch II S. 165), die eigentümlich gestalteten von *Elettaria speciosa* (Tschirch II Figur 6) und *Musa Ensete* (Tschirch II Figur 15 und 16 und Seite 162) und den schildchenartigen von *Caraguata ligulata* (nach Wittmack; vergl. Tschirch II Figur 72 und Seite 169). Vergleiche dazu überhaupt die Abhandlung von Tschirch (II). Das Schildchen der Gräser zeigt dem Sauger anderer Monokotylen gegenüber nur die Besonderheit, dass seine Ränder mehr oder minder flügelartig erweitert und umgebogen sind, wodurch dieselben den übrigen Embryo im ruhenden Zustande teilweise umfassen und, wie es die Bruns'schen Figuren in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen zeigen, auf der der Samenschale zugewendeten Seite abrunden und so gegen Druck schützen. Dass hier secundär auftretende Wucherungen vorliegen, nicht etwa einer Blattscheide oder Kotyledonarscheide entsprechende Gebilde, dafür sprechen die Entwickelungsgeschichte, die Eigenartigkeit ihrer Gestaltung, sowie der Umstand, dass sie vielfach auch die Koleorhiza mitumfassen. Sie entstehen erst zu einer Zeit, wo das Schildchen schon recht gross ist, und wo die Scheide mit der Plumula längst angelegt ist. Sie entwickeln sich in dem Masse, wie die Scheide mit der Plumula wächst, wobei sie stets die oben erwähnte Abrundung vollziehen, wie dies z. B. die Entwickelungsgeschichte von *Oryza sativa* (nach Bruns I) darthut. Der leitbündellose, gegen die Koleorhiza vielfach abgesetzte untere Schildchenteil ist wohl eine Wucherung, welche teilweise der Vergrösserung der nährstoffaufnehmenden Fläche, teilweise dem Schutze der Radicula dient. Zu bemerken ist, dass nach Tschirch (II S. 162 und Figur 16) der Sauger von *Musa Ensete,* welcher an sich schon etwas Ähnlichkeit mit dem Schildchen der Gramineen hat, auch einen leitbündellosen, zur Vergrösserung der saugenden Fläche dienenden unteren Teil aufweist. Abgesehen von den besprochenen Wucherungen, welchen man keine principielle Bedeutung beimessen kann, bietet das Schildchen der Gräser den Saugern der anderen Monokotylen gegenüber nichts besonderes dar, was auch vom anatomischen Auf-

bau und der Entwickelungsgeschichte im wesentlichen gilt. Es ist also das Schildchen dem Sauger z. B. von *Musa Ensete* oder von *Canna indica* morphologisch gleichwertig.

Gehen wir nun zur Scheide über. Dieselbe unterscheidet sich durch kein wesentliches Moment von der Kotyledonarscheide anderer Monokotylen, so z. B. von *Canna indica* oder *Carex folliculata*. Sie hat dieselbe äussere Form und zeigt im anatomischen Aufbau dasselbe Verhalten zu den folgenden Blättern. Wie bei anderen von mir untersuchten Monokotylen herrscht bei *Oryza sativa* und *Panicum miliaceum* eine grosse Differenz zwischen dem Bau der Scheide und dem der ersten Blattscheide, während andererseits die erste und zweite Blattscheide nur geringfügige Verschiedenheiten aufweisen. Vor allem möchte ich betonen, dass bei *Oryza sativa* das niederblattartig ausgebildete erste Blatt der Scheide und der Blattscheide des ersten Laubblattes gegenüber das angeführte Verhalten zeigt. Nach VAN TIEGHEMS Beschreibungen und meinen Beobachtungen am Embryo von *Zizania aquatica* verhalten sich nun viele andere Gräser ähnlich, wie die von mir genau untersuchten. Und nach der Mitteilung HABERLANDTS (I S. 67) haben die Gramineen allgemein einen ähnlichen Bau der Scheide, in welcher z. B. immer nur zwei Leitbündel auftreten, während die ersten Blätter, soweit es aus der Litteratur und meinen Beobachtungen zu ersehen ist, stets eine grössere, für die verschiedenen Arten charakteristische Leitbündelzahl plötzlich aufweisen. Wenn dies nun dafür spricht, dass die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleich zu setzen ist, so wird dies durch die Entwickelungsgeschichte keineswegs widerlegt. BRUNS sagt zwar (I S. 20), es läge kein Grund vor, der Scheide ihrer Entstehung nach selbständige Blattnatur abzusprechen, was HANSTEIN, welcher die Entwickelung des Grasembryos zuerst richtig erkannt hat (I S. 47 etc.), thut (I S. 68). Da die Anlage der Scheide aber an dem zum Schildchen werdenden Gewebecomplex auftritt, bevor ein Vegetationspunkt als solcher zu erkennen ist, möchte ich, ebenso wie z. B. HEGELMAIER („Zur Entwickelungsgeschichte monokotyledoner Keime nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel"; Botan. Zeitg. 1874; S. 661), HANSTEIN beipflichten und wie er auch auf Grund der Entwickelungsgeschichte das Schildchen dem Sauger und die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleichsetzen.

Weiterhin sind der Leitbündelverlauf und die Insertion derartige, wie sie sich auch bei anderen Monokotylenkeimlingen finden. Die Scheide inseriert, wie bei diesen, da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht, bezw. an einer Stelle, unterhalb deren sofort dieser Übergang vor sich geht. Ähnlich wie z. B. bei *Canna indica* hängt ferner bei der ersten Untergruppe der Gramineen das Schildchen (als Sauger) mit der Scheide unmittelbar zusammen. Wenn andererseits bei der zweiten Untergruppe zwischen Scheide und Schildchen ein Zwischenstück sich findet, so ist hervorzuheben, dass bei den *Carex*-Arten und bei ***Tigridia Pavonia*** dasselbe der Fall ist. Der Sauger und die Scheide der zuletzt genannten Arten unterscheiden sich nun durch nichts von denen anderer Monokotylen. Wir haben also gar keinen Grund, bei den *Carex*-Arten und *Tigridia Pavonia* den Sauger und die Scheide anders zu deuten, als dort. Das Zustandekommen des Zwischenstückes ist aber leicht verständlich. Der Sauger setzt sich am ruhenden Embryo direct unter der Scheide an die Keimlingsachse an, wobei die Insertion der Sauger- und Scheidenleitbündel da erfolgt, wo die Scheideninsertionsregion in die Saugerinsertionsregion übergeht. Man braucht nun nur anzunehmen, dass letztere sich bei der Keimung streckt und den Sauger und Leiter, welche sich selbst nicht mitvergrössern, mit nach unten nimmt. Hierfür spricht der Leitbündelverlauf. An die *Carex*-Arten schliessen sich nun die mit einem Zwischenstück versehenen Gräser unmittelbar an. Zunächst mache ich

besonders darauf aufmerksam, dass auf beiden Seiten das Zwischenglied dem Bau nach nicht ein epikotyles Achsenstück ist, sondern Hypokotylstructur besitzt. Schon Kumm (I S. 34) macht mit Recht darauf aufmerksam, dass die anatomische Gestaltung desselben von der eines monokotylen Stengels sehr verschieden sei und mehr der einer Wurzel gleiche, wie schon van Tieghem (I) und de Bary („Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane" etc., Leipzig 1877, S. 278) andeuteten, was aber sonst kaum Beachtung gefunden habe. Nach van Tieghems Beschreibungen und meinen Beobachtungen besitzt das Zwischenstück entschieden hypokotylen Bau, wenn auch z. B. bei *Panicum miliaceum* das oberste Ende bereits einen Übergang zur Achsenstructur aufweist; (hier treten direct unter der Scheideninsertionsstelle allerdings drei collaterale Leitbündel auf; da aber in der ganzen Region des Ansatzes der Scheidenleitbündel Structurveränderungen vor sich gehen, kann man dieselbe auch in ihrer Gesamtheit als Übergangsregion bezeichnen). Bei der Hauptmasse der mit einem Zwischenstück versehenen Gräser stimmt nun nach meinen früheren Auseinandersetzungen der Leitbündelverlauf mit dem der *Carex*-Arten im wesentlichen überein, indem auch hier am oberen Ende des Zwischenstücks vom Centralcylinder ein Leitbündel ausgeht, welches sich alsbald verzweigt und von den Zweigen den einen Teil (hier zwei) in die Scheide, den anderen (einen) durch das Hypokotyl durch zum Sauger hin sendet. Meine obige auf den Leitbündelverlauf gestützte Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks passt also auch für die in Rede stehenden Gräser und stimmt im Gegensatz zu der van Tieghem'schen, wonach sich die Insertionsregion der Sauger- und Scheidenleitbündel gestreckt haben soll, mit dem wirklich vorkommenden Leitbündelverlauf überein.

Bei der zweiten Abteilung der zweiten Untergruppe der Gräser liegt die Sache allerdings nicht so einfach, lässt sich aber immerhin noch relativ leicht erklären. Einerseits kann hier dasselbe stattgefunden haben, wie bei den ebenbesprochenen Gramineen, woraufhin aber eine Verschmelzung des später in den Sauger eintretenden Leitbündels mit dem Hypokotylleitbündel bezw. einem der drei collateralen Leitbündel am oberen Ende des Zwischenstückes erfolgte. Oder die in Rede stehenden Arten schliessen sich an *Cyperus reflexus* an, d. h. die Saugerinsertionsregion und die Scheideninsertionsregion hingen ursprünglich wohl zusammen, durch Streckung der letzteren hatte aber eine Emporhebung der Scheide statt, und nun ging eine Verschmelzung der später in die Scheide eintretenden Leitbündel mit dem Hypokotylleitbündel bezw. einem der drei collateralen vor sich. Bei der Untersuchung von *Panicum miliaceum* konnte ich mich in der That des Eindrucks nicht erwehren, als seien die zwei Scheidenleitbündel mit dem Saugerleitbündel innerhalb des Centralcylinders durch besondere Gefässstrangelemente verbunden, da erstere an Stellen inserieren, welche den mit a' und a'' bezeichneten der Figur 166 entsprechen, letzteres jedoch an der mit a bezeichneten Stelle sich ansetzt, und weil unterhalb dieses Ansatzes die in Figur 166 nach unten zu liegenden Gefässstrangelemente verschwunden sind. Und nach van Tieghems Beschreibung des Zwischenstücks von *Zea Mays* scheint hier im Centralcylinder ein besonderes Leitbündelchen die Insertionsstelle des Schildchenleitbündels mit der der Scheidenleitbündel zu verbinden. Schliesslich wäre es denkbar, dass bei den in Rede stehenden Gräsern die Insertionsregion der Scheiden- und Saugerleitbündel sich selbst gestreckt hat, was van Tieghem annimmt. Ich mache noch besonders darauf aufmerksam, dass die Zahl der Gramineen, bei welchen der Leitbündelverlauf nicht eine einfache Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks direct an die Hand giebt, eine so geringe ist, dass hier die Annahme berechtigt ist, dass weiter fortgeschrittene, zweckmässige Veränderungen und Vereinfachungen des Leitbündelverlaufes erfolgten.

Werfen wir nochmals einen kurzen Blick auf das Verhalten der verschiedenen Monokotylenkeimlinge, so sehen wir, dass es zunächst Formen giebt, bei welchen sich der Kotyledo aus einem Sauger, einem Leiter und einer Scheide zusammensetzt, von welchen jeder Teil die directe Fortsetzung des benachbarten bildet. Durch *Iris Pseud-Acorus* erfolgt der Übergang zu solchen Formen, bei welchen der den Sauger tragende Leiter sich an den mittleren und schliesslich an den unteren Teil der Scheide ansetzt. Bei *Tigridia Pavonia* und *Carex folliculata* sehen wir weiterhin bei der Keimung ein Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter auftreten, welches aber je nach der verschieden tiefen Lage des Samens bezw. der Frucht im Erdboden eine ganz verschiedene Länge annimmt, bei ersterer Form manchmal, wie Figur 119 zeigt, kaum wahrnehmbar ist. Bei *Tigridia Pavonia* schliesst sich der Leitbündelverlauf eng an den von *Canna indica* an, indem das Leitbündel, welches in die Scheide eintritt, von seinem mittleren Teile aus einen Zweig abschickt, welcher sich später in den Leiter und Sauge wendet. Die etwas unregelmässige Lagerung der Gefässstrangelemente des Scheidenleitbündels in seinem oberen Verlaufe legt sogar den Gedanken nahe, als sei ursprünglich ein Leitbündel in der Scheide emporgestiegen, habe sich dann wieder nach unten gewendet, um später in den Leiter einzutreten, und es habe dann im oberen Scheidenteil ein dichtes Aneinanderrücken des aufsteigenden und absteigenden Teiles stattgefunden. Ferner leitet der Leitbündelverlauf von *Washingtonia robusta* zu dem von *Carex folliculata* insofern über, als bei ersterer Form zwar die meisten Leitbündel in der Scheide emporsteigen, um dann im Bogen wieder nach unten zu laufen und in den Leiter einzutreten, ein Leitbündel aber der Scheide besonders angehört. Bei *Carex folliculata* steigt das einzige Scheidenleitbündel nicht nach unten hinab, um sich später dem Leiter zuzuwenden, sondern endet im oberen Scheidenteil, von der Insertionsstelle geht aber ein Zweig zum Leiter hin. In derselben Weise leitet der Leitbündelverlauf von *Washingtonia robusta* zu dem der Gramineen ohne Zwischenstück über, und, wie wir oben gesehen haben, gelangen wir durch Vermittelung der *Carex*-Arten zu den Gramineen mit Zwischenstück.

Es deuten also der Aufbau des Schildchens und der Scheide, der Verlauf ihrer Leitbündel und die Insertion in Übereinstimmung mit der Entwickelungsgeschichte oder wenigstens nicht im Gegensatze zu derselben darauf hin, dass man das Schildchen dem Sauger und die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleichsetzen muss.

Unbewiesene Behauptungen, welche ich kurz erwähnen will, auf welche ich aber selbstredend nicht näher einzugehen brauche, sind die van Tieghem'sche, wonach die Scheide „une gaine bistipulaire" sein soll, und die Demoor'sche, wonach die Scheide durch Verwachsung der seitlichen Ränder eines Blattes entstanden sein soll.

Ferner möchte ich an dieser Stelle darauf hinweisen, dass, wie Bruns (I S. 12) mit Recht sagt, das Schildchen nicht als Auswuchs der Koleorhiza oder Wurzel hingestellt werden darf, da die Entwickelungsgeschichte und die in vielen Fällen vorhandene deutliche Trennung dies darthun. Ob man die Scheide nun als Blatt, das Schildchen als Hypokotylauswuchs zu betrachten hat, oder nicht, ist eine ganz andere Frage, als die hier zu behandelnde, und ist zu erörtern, wenn die Bedeutung des Kotyledos der Monokotylen im allgemeinen untersucht wird.

Es fragt sich nun, was Bruns veranlasste, das Schildchen als Kotyledo, d. i. als Blatt, den sog. Epiblasten als zweites Blatt, die Scheide als drittes Blatt anzusehen. Indem er das bei vielen Gramineen vorkommende Zwischenstück zwischen Scheide und Schildchen fälschlich als Internodium bezeichnete, und indem er die allerdings nicht ganz zutreffende Erklärung van Tieghems als gezwungen hinstellte, glaubte

er die Scheide nicht zum „Kotyledo“ (laubblattanaloges Gebilde) rechnen zu dürfen, und um nun die superponierte Stellung von Scheide und Schildchen zu erklären, deutete er den sog. Epiblasten als Blatt. Hier ist nun sofort hervorzuheben, dass gerade da, wo eine einfache Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks nicht direct auf der Hand liegt, d. h. bei den Arten der zweiten Abteilung der zweiten Untergruppe, ein Epiblast gar nicht vorhanden ist (siehe van Tieghem I S. 263 und Bruns I S. 23).

Untersuchen wir nun zunächst, ob der sog. Epiblast überhaupt als Blatt betrachtet werden kann, wie dies Bruns thut. Da für die organographische Stellung eines Gliedes der Pflanze der Grad der Ähnlichkeit mit den anderen Organen betreffs der Entwickelungsgeschichte, Morphologie und Anatomie massgebend sein muss, wie ich schon in der Einleitung hervorgehoben habe, kann der Epiblast nur als Blatt gedeutet werden, wenn eine entwickelungsgeschichtliche, morphologische und anatomische Vergleichung eine genügend grosse Ähnlichkeit mit einem Laubblatt darthut. Eine solche Ähnlichkeit besteht aber keineswegs.

Die Entwickelungsgeschichte zeigt in erster Linie, dass der Epiblast nicht an der epikotylen Achse, nicht einmal am Hypokotyl entsteht, sondern nach Hanstein, welcher ihn als „trichomatischen Vorstoss“ bezeichnet, an der Koleorhiza, und zwar da, wo diese in das hypokotyle Glied übergeht (I S. 55 und 56). Von einer Ähnlichkeit der Entstehung mit der eines Laubblattes kann also keine Rede sein.

Was ferner die äussere Ähnlichkeit des Epiblasts mit einem Laubblatt anbelangt, macht Bruns (I S. 13) darauf aufmerksam, dass derjenige von *Zizania aquatica* „aus einem scheidigen Teile und einer Lamina“ bestehe, und dass der von *Leersia* „fast ebenso schön sei“. Nach meinen Beobachtungen am Embryo von *Zizania aquatica* kann aber der Epiblast höchstens schuppenblattähnlich genannt werden, obgleich er hier der ungewöhnlichen Streckung aller Teile des Embryos entsprechend anormal gross ist. Wenn Bruns nun weiterhin (I S. 17) den mit *z* bezeichneten unteren Koleorhizaauswuchs des Embryos von *Leersia clandestina* (siehe Figur 144) mit zum Epiblast rechnet, wird dieser Epiblast, welcher ganz um die Koleorhiza (mit der Wurzel) herumgreift, einem monokotylen Laubblatt noch unähnlicher (Bruns sagt, er habe ein „schildartiges Aussehen“). Im allgemeinen geht aus den Bruns'schen Abbildungen hervor, dass der Epiblast höchstens schuppenblattähnliche Form besitzt, dass in zahlreichen Fällen aber nicht einmal diese äussere Ähnlichkeit vorhanden ist, geschweige denn Ähnlichkeit mit einem Laubblatte.

Schliesslich ist auch im anatomischen Aufbau keine Ähnlichkeit zwischen dem Epiblast und einem Laubblatt wahrnehmbar. Nicht einmal der ungewöhnlich grosse Epiblast von *Zizania aquatica* besitzt ein Leitbündel. Ferner hat meine Untersuchung dieses entwickeltsten Epiblasten ergeben, dass er aus einem Parenchym und einer Epidermis besteht, welche denen der Koleorhiza völlig gleichgestaltet sind (vergl. die Figuren 173 und 174), dass aber die ersten Blattanlagen ein abweichendes Parenchym darbieten (während das Hypokotyl z. B. anders aussehende Epidermiszellen aufweist).

Wenn Bruns nun darthut, dass der Epiblast ein Blatt sei, weil er in manchen Fällen äusserlich einem Schuppenblatt ähnlich ist, und weil er zum Schutze der „zarteren Teile“ der Keimpflanze mit beiträgt, dass er ferner ein Blatt sein könne, weil es im Pflanzenreiche auch sonst leitbündellose Blätter giebt, dass schliesslich zeiner Natur als zweites Blatt der Umstand nicht widerspreche, dass er später, als die Scheide (das dritte Blatt nach Bruns) angelegt wird, so kann man auf eine solche Weise gerade so gut beweisen, dass ein Rosenstachel ein Blatt sei, um ein ganz concretes Beispiel zu erwähnen. Wenn es auch leitbündellose Blätter giebt, ist damit nicht die Berechtigung gegeben, ein leitbündelloses Gebilde ohne weiteres als Blatt zu bezeichnen. Hierfür müssen schwerwiegende Gründe sprechen, was in unserem

Falle nicht der Fall ist. Die Blattnatur beweist ebensowenig der Umstand, dass das Gebilde einen Schutz der Knospe darbietet, wie der, dass es in einzelnen Fällen eine äusserliche Ähnlichkeit mit einer Blattschuppe hat. Und dass Bruns daraus, dass der Epiblast vielen Gräsern gänzlich fehlt, bei den anderen aber eine sehr verschiedene Form und Grösse hat, ja manchmal, so z. B. bei den *Stipa*-Arten, bei Exemplaren derselben Species verschieden gestaltet ist, den Schluss zieht, er sei ein reduciertes Organ (I S. 16), und zwar ein reduciertes Blatt, und darauf eine Erklärung des verspäteten Auftretens desselben gründet (I S. 21), erscheint unberechtigt. Die zuerst erwähnten Thatsachen zeigen keineswegs, ob ein reduciertes oder ein in der Entwickelung vorschreitendes, durch besondere Bedürfnisse neu entstandenes Organ vorliegt, was, wie wir sehen werden, der Fall ist. Ich bemerke noch, dass das Beispiel von *Pinguicula,* welches Bruns (I S. 21) anführt, unzutreffend ist, indem ein grosser Unterschied dazwischen besteht, ob die Kelchblätter bezw. Kronen- oder Staubblätter nicht gleichzeitig, sondern auf der einen Seite des Vegetationspunktes etwas früher, als auf der anderen, erscheinen, oder ob andererseits ein Gebilde, welches man als zweites Blatt anspricht, später erscheint, als ein anderes, welches das dritte Blatt sein soll. Wie Bruns nun sagen kann (I S. 21), das verspätete Auftreten des Epiblasts spreche eher für, als gegen seine Blattnatur, ist mir unklar.

Untersuchen wir nun weiterhin, was die Stellung des Epiblasts am ausgewachsenen Embryo und am Keimling über seine Natur aussagt, so verweise ich zunächst wieder auf Hanstein, welcher die Entwickelung des Grasembryos zuerst untersuchte und richtig erkannte. Derselbe erklärt den Epiblast am entwickelten Keim als eine „unmittelbare Fortsetzung der Wurzelscheide nach oben, dort, wo dieselbe einwärts in das hypokotyle Stengelglied übergeht“ (I S. 56). Wenn Bruns demgegenüber (I S. 15 und 16) sagt, die Insertion des Epiblasts in gleicher Höhe mit dem Schildchen, wie sie sich wenigstens in vielen Fällen finde, so z. B. bei *Nardus stricta, Echinaria capitata* u. a., dann namentlich wieder bei *Zizania* und fast noch schöner bei *Leersia*, beweise, dass der Epiblast ein dem Schildchen morphologisch gleichwertiges Organ vorstelle, und als ein mehr oder weniger reduciertes Blatt anzusehen sei, so muss ich hierzu folgendes bemerken. Zunächst weist Bruns an anderer Stelle (I S. 14) selbst darauf hin, dass bei *Nardus stricta* und *Echinaria capitata* in der Insertionshöhe des Epiblasts das Schildchen bereits endet. Hier kann also von gleicher Insertionshöhe beider nicht die Rede sein. Dass bei *Zizania aquatica* nun der Epiblast mit der Koleorhiza ein Ganzes bildet, und dass die obere Grenze der Insertionsregion desselben unterhalb des Hauptteiles der Schildcheninsertionsregion, vor allem unterhalb der Stelle, wo das Schildchen sein Leitbündel empfängt, liegt, geht aus meinem Längsschnittbild (Figur 169) deutlich hervor. Dass die Abbildung von Bruns uncorrect ist, darauf habe ich schon hingewiesen. Dass ferner bei *Leersia* (Bruns I Figur 24 B; Figur 144) der Epiblast zur Koleorhiza zu rechnen ist, ist meines Erachtens augenscheinlich, umsomehr, wenn man den unteren Auswuchs *(z)* mit zum Epiblast rechnet, wie dies Bruns thut. Aus den Abbildungen von Bruns, welche eine sichere Deutung erlauben, geht in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen hervor, dass der Epiblast am reifen Embryo „eine unmittelbare Fortsetzung der Wurzelscheide nach oben, dort, wo dieselbe einwärts in das hypokotyle Stengelglied übergeht“, ist, wie sich Hanstein richtig ausdrückt. — An Keimlingen von *Oryza sativa* sah ich ferner deutlich, dass das Hypokotyl erst dort beginnt, wo die obere Grenze der Insertionsregion der Gesamtheit von Epiblast und Koleorhiza ist.

Bruns kann also kein stichhaltiges Argument für die Blattnatur des Epiblasts anführen. Andererseits sprechen der Bau des Epiblasts, seine Entwickelung und seine Stellung am reifen Embryo und Keimling dafür, dass er ein Auswuchs der Koleorhiza ist.

Schliesslich steht gerade der Umstand, dass z. B. bei *Stipa juncea* und *Echinaria capitata* (Bruns I S. 16 und 17) bei den einzelnen Exemplaren der sog. Epiblast verschieden gestaltet ist, und überhaupt die Unregelmässigkeit der Ausbildung der randlichen Partien im Einklang mit der Auffassung des Epiblasts als einer Wucherung, und dass die Koleorhiza zu solchen Wucherungen geneigt ist, das zeigt der mit *z* bezeichnete untere Koleorhizaauswuchs von *Leersia clandestina* (Bruns I Figur 24 B; Figur 144).

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, dass van Tieghem mit Unrecht den Epiblast als Wucherung des Schildchens hinstellt, was auch dadurch augenscheinlich wird, dass er in vielen Fällen vom Schildchen scharf getrennt ist, wie Bruns (I S. 14) hervorhebt.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung diese Wucherung der Koleorhiza haben kann. Betrachtet man die Längsschnittbilder, welche Bruns (I) von den verschiedensten Grasembryonen giebt, so findet man im allgemeinen, dass da, wo die Radicula und das Hypokotyl bezw. die Plumula (mit der Scheide) einen Winkel miteinander bilden, eine Koleorhizawucherung auftritt, welche den zwischen ihnen entstandenen Hohlraum ausfüllt, dass mit der Grösse der Abweichung dieses Winkels von 180° die Grösse des Koleorhizaauswuchses im allgemeinen zunimmt, und dass ein Koleorhizaauswuchs da fehlt, wo die Plumula (mit der Scheide) und das Hypokotyl ungefähr gleichdick sind und in gerader Fortsetzung der Radicula sich befinden. Nur die Abbildungen 36 J (von *Psamma arenaria*) und 55 (von *Triticum vulgare*) bestätigen dies nicht völlig, was eine Untersuchung dieser Embryonen auf diese Frage hin erwünscht erscheinen lässt. Alle Figuren deuten im allgemeinen in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen darauf hin, dass die fragliche Gewebewucherung ebenso, wie die Randauswüchse des Schildchens, eine Formgestaltung des Embryos auf der der Samenschale zugewendeten Seite bewirken soll, welche zweckmässig ist, die Plumula und Radicula beim Eintrocknen der Samenschale und Fruchtschale und beim Aufquellen des Endosperms bei der Keimung gegen zu starke Druckwirkung zu schützen, was bei der Lage des Embryos und der Umgestaltung, welche die normale Form des monokotylen Embryos vorzüglich durch die starke Entwickelung der Plumula und die Verbreiterung des Saugers erfahren hat, sehr nötig erscheint. Wenn der Embryo zum Teile aus der Samen- und Fruchtschale herausgetreten ist, und wenn das Würzelchen und das Hypokotyl bezw. die Achse dieses besonderen Schutzes nicht mehr bedürfen, stirbt die Koleorhiza mitsamt ihrem Auswuchs ab, was schon früh erfolgt, wie ich es bei *Oryza sativa* angegeben habe.

Nach allem, was ich auseinandersetzte, kann der sog. Epiblast also nicht als ein Blatt aufgefasst werden. Infolgedessen kann man auch nicht das Schildchen und die Scheide als selbständige Blätter deuten, weil sonst die Blattstellung unverständlich wäre. Damit ist die ganze Auffassung von Bruns an sich hinfällig. Doch will ich noch mit ein paar Worten darthun, dass Bruns überhaupt keine triftigen Gründe dafür anführt, dass Schildchen und Scheide zwei laubblattähnliche Gebilde sein sollen.

Wenn er das Schildchen als Blatt deutet, weil es meistens aus einem Spreitenteil und einem Scheidenteil bestehe, so ist hierzu zu bemerken, dass nur in einzelnen Fällen, so bei *Zizania aquatica*, der obere Schildchenteil äusserlich blattspreitenähnlich ist, dass bei genannter Art aber die Form des Schildchens mit der ungewöhnlichen Streckung aller Teile des Embryos Hand in Hand geht, also etwas Anormales ist, und dass andererseits bei den meisten Gramineen nicht einmal eine äusserliche Ähnlichkeit zwischen dem oberen Schildchenteil und einer Blattspreite besteht. Dass Bruns nun gar die Randauswüchse des Schildchens als „Kotyledonarscheide", d. h. Blattscheide, deutet, erscheint mir ganz unverständlich. Wenn er von einer Kotyledonarscheide reden will, dann müsste er wenigstens den ganzen unteren

Schildchenteil mit diesen Randauswüchsen so nennen. Wie oben schon gesagt, spricht aber die eigentümliche Ausbildung dieser Randauswüchse (z. B. an Figur 7 A von Bruns I), sowie die Thatsache, dass sie nicht nur die Knospe, sondern auch die Koleorhiza mit der Wurzel umhüllen, gegen eine solche Auffassung.

Dass die Scheide ein selbständiges Blatt sein soll, dafür giebt Bruns keine weiteren Gründe an, als die, dass vornehmlich um des Zwischenstückes vieler Gräser willen Scheide und Schildchen nicht die gleiche relative Beziehung haben können, wie Kotyledonarscheide und Sauger der anderen Monokotylen, und dass die Scheide wie ein Niederblatt gestaltet sei, sogar Knospen in ihrer Achsel enthielte. Dass der erste Grund nicht stichhaltig ist, habe ich oben erörtert. Wir haben ferner gesehen, dass z. B. bei *Oryza sativa* wesentliche Differenzen zwischen dem Aufbau der Scheide und dem des niederblattartigen ersten Blattes bestehen, während letzteres andererseits fast denselben Bau zeigt, wie die Scheide des zweiten Blattes (Laubblattes), was nicht für die Bruns'sche Auffassung spricht. Was schliesslich die Knospen anbelangt, ist zu bemerken, dass Knospen auch in der Achsel der Kotyledonarscheide von *Triglochin Barrelieri* und *T. maritimum* vorkommen (siehe oben), und dass sie sowohl hier, wie bei den Gräsern unregelmässig auftreten; nach van Tieghems Mitteilungen stehen die Knospen in der Achsel der Scheide der Gräser nicht immer median, und bei einigen Arten treten bald eine, bald zwei Knospen auf.

Im Vorhergehenden glaube ich dargethan zu haben, dass die einfachste und mit den thatsächlichen Verhältnissen am besten harmonierende Auffassung die ist, dass das Schildchen der Gräser dem Sauger bezw. Sauger und Leiter, die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen analog ist, und dass der sog. Epiblast ein Auswuchs der Koleorhiza ist.

Mit Ausserachtlassung aller Formen, welche anerkanntermassen reducierte Keimlinge besitzen, so vor allem der Orchidaceen und der Centrolepidaceen (Tschirch II S. 167), haben wir also gefunden, dass die Keimpflanzen der Monokotylen eine Reihe bilden, in welcher zuerst Formen stehen, deren Kotyledo den ersten Laubblättern, abgesehen von der Entwickelungsgeschichte, sehr ähnlich, wenn auch nicht gleichgebaut ist. Als Endglieder der Reihe treten Gramineen auf, deren Kotyledo in einen Sauger und eine Scheide differenziert ist, welche sich mit den Laubblättern keineswegs direct vergleichen lassen. Die extremen Formen werden aber durch Übergänge mit einander verbunden. Fragt man sich nun, welche dieser beiden Endglieder in phylogenetischer Beziehung die ältesten sein können, so lässt sich zwar ohne weiteres darüber kein Urteil fällen, auf Veranlassung Herrn Professor Meyers will ich aber in aller Kürze eine Discussion folgender beiden Fragen versuchen: 1) Hatten die phylogenetisch ältesten Formen Kotyledonen, welche den Laubblättern ähnlich waren, und wurden dieselben, indem sie die Assimilationsfunction mehr und mehr aufgaben, teilweise zu Organen umgestaltet, wie sie bei den Gramineen und ihren Verwandten vorliegen? 2) Oder besassen die phylogenetisch ältesten Monokotylen einen Sauger, welcher nur zur Aufnahme der Nahrung aus dem Nährgewebe diente, und eine Scheide, welche sich zum Schutze der Laubblattknospe ausbildete, und wurden diese Organe teilweise nach und nach zu einem laubblattähnlichen

Gebilde umgestaltet, indem sie im entwickelteren Zustande zugleich mehr und mehr zu Assimilationsorganen wurden?

Suchen wir zunächst alle Argumente zusammen, welche für die erste Auffassung sprechen, so lässt sich folgendes sagen.

Bei manchen Formen ist in der That, wie gesagt, der Kotyledo den ersten Laubblättern im entwickelten Zustande sehr ähnlich. Dies gilt bezüglich der Stellung, der Morphologie, des anatomischen Baues und der physiologischen Leistung z. B. für *Triglochin Barrelieri* und *T. maritimum*. Auffallend ist allerdings, dass keine völlige Gleichheit im Bau des Kotyledos und der zunächst folgenden Laubblätter besteht, dass keine continuierlichen Übergänge zwischen dem ersteren und den letzteren sich finden. Dies trifft namentlich auch für *Alisma Plantago* zu. Wenn man nun auch keinen Zweckmässigkeitsgrund angeben kann, welcher motivierte, dass der Kotyledo, als laubblattähnliches Organ aufgefasst, anders aufgebaut ist, als das folgende Blatt, während dieses fast denselben Bau zeigt, wie die weiterfolgenden Laubblätter, so ist andererseits darauf hinzuweisen, dass bei den Dikotylen laubblattähnlichere Kotyledonen existieren, welche ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten von den folgenden Laubblättern darbieten.

Gehen wir nun von den oben genannten laubblattähnlichen Kotyledonen aus, so lässt sich die Entwickelung der mehr und mehr laubblattunähnlichen leicht verstehen, indem wir folgendes annehmen.

Zunächst erfuhr die Spitze des Kotyledos eine besondere morphologische und anatomische Umgestaltung, wodurch sie in hervorragender Weise befähigt wurde, die specielle Function zu übernehmen, die im Endosperm angehäuften Nährstoffe auszusaugen, während der übrige Teil der Kotyledonarspreite nicht im Samen stecken blieb und nach wie vor sich zum Assimilationsorgan ausbildete, in der Jugend allerdings nebenher als Nährstoffleiter diente. Auffallend ist nur, dass eine so weit gehende Umgestaltung der Kotyledonarspitze, wie sie sich z. B. bei *Asphodelus fistulosus* findet, bei den Dikotylen niemals vorkommt, indem hier nie ein besonderer Sauger in die Augen fällt. Die Kotyledonen der Cycadeen sind nach Tschirch (II S. 170) allerdings völlig als Saugorgane ausgebildet, und ein Aufsaugen der in einem Nährgewebe aufgespeicherten Reservestoffe erfolgt auch durch die Kotyledonen mancher Dikotylen, so z. B. von *Mirabilis Jalapa*. Es vermögen sogar die Parenchymzellen gewöhnlicher Laubblätter der Dikotylen Glycerin und Zuckerlösung aufzunehmen (vergl. Arthur Meyer, Bildung der Stärkekörner in den Laubblättern aus Zuckerarten, Mannit und Glycerin; Botan. Zeitg. 1886).

In vielen Fällen gab alsdann die Kotyledonarspreite, indem sie kürzer und kürzer wurde und unterirdisch blieb, die Assimilationsfunction auf, sodass die Teile des Kotyledos nur noch die zwei Functionen der Nährstoffaufsaugung und des Schutzes der Laubblattknospe zu erfüllen hatten. So entstanden zunächst Formen, wie die von *Dioscorea bulbifera* und *Asphodelus luteus*, bei welchen der Kotyledo äusserlich noch etwas Ähnlichkeit mit den ersten Laubblättern besitzt. *Iris Pseud-Acorus* leitet dann zu den Formen über, welche sich verhalten, wie *Commelina coelestis* und *Canna indica*. Wie van Tieghem (I S. 271) darthut, und wie es der Leitbündelverlauf nahe legt, lassen sich dieselben so entstanden denken, dass an dem Ausgangspunkt des Leiters durch eine einseitige Wucherung der oberen Scheidenteile sich eine Manschette mehr und mehr vorwölbte, wodurch der Leiteranfang scheinbar nach unten verschoben wurde. Die genannte Manschette übernahm bei *Commelina coelestis* in Verbindung mit der gut entwickelten eigentlichen Scheide den Schutz der heranwachsenden Laubblattknospe, während sie z. B. bei *Canna indica* die kaum sich entwickelnde, bei der ersten Untergruppe der Gramineen die gar nicht sich entfaltende eigentliche Scheide

ersetzte. Wie sich schliesslich die Formen mit einem Zwischenglied (*Tigridia Pavonia, Carex folliculata* und die meisten Gräser) entwickelt haben können, und dass der Leitbündelverlauf für eine derartige Auffassung spricht, habe ich oben bereits auseinandergesetzt.

Auch vom Gesichtspunkte der Zweckmässigkeit aus betrachtet sind die geschilderten Umgestaltungen wohl verständlich. Zunächst liegt auf der Hand, dass die Ausbildung eines besonderen Saugers an der Spitze des Kotyledos vorteilhaft ist. Wenn ferner von der Mutterpflanze genügende Mengen von Reservestoffen im Nährgewebe aufgespeichert wurden, konnte der Kotyledo ohne Nachteil für den Keimling seine Assimilationsthätigkeit aufgeben, was ja auch bei vielen Dikotylen geschehen ist. Und dass der Leiter des unterirdisch bleibenden Kotyledos die Lage des Samens und der Knospe im Erdreich nunmehr zu regulieren vermochte, ist wiederum ein Vorzug. Durch das scheinbare Hinunterrücken des Leiteransatzes an der Scheide und am Hypokotyl wurde weiterhin die erwähnte Regulierung vereinfacht, indem eine Materialersparnis eintrat, ohne dass die Laubblattknospe beim Durchbrechen des Bodens des nötigen Schutzes entbehrte.

Fassen wir schliesslich die Embryoentwickelung ins Auge, so lässt sich folgendes sagen. Nach Solms-Laubach (I) entsteht bei den Dioscoreaceen: *Tamus communis* und *Dioscorea pyrenaica,* sowie bei den Commelinaceen: *Commelina Karwinskyi, Tinnantia erecta* und *Heterachtia pulchella* der Kotyledo seitlich des ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunktes, welchen er später zur Seite schiebt. Seine Anlage erfolgt nicht wesentlich anders bezw. ebenso, wie die der ersten Laubblätter. Bei den anderen Monokotylen weicht die Kotyledonaranlage jedoch insofern von den Laubblattanlagen ab, als sie von vornherein gipfelständig auftritt, und der Vegetationspunkt sich nachträglich seitlich zeigt. Man kann sich aber vorstellen, dass die Entwickelung der Gesamtheit von Kotyledo und Vegetationspunkt in ähnlicher Weise vor sich ging, wie bei den Dioscoreaceen und Commelinaceen, oder ähnlich wie es Göbel („Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane", in Schenks Handbuch der Botanik, III. Bd., 1. Hälfte, S. 219 und 220) für die Blattanlagen von *Iris* darstellt, und dass durch die verspätete Ausbildung des Vegetationspunktes der Schein entstand, als werde der Kotyledo gipfelständig, der Vegetationspunkt seitlich an ihm angelegt. Solche Verschiebungen können an dem plastischen Embryo leicht vor sich gehen, weshalb man überhaupt der Stellung der einzelnen Teile des Embryos keine zu grosse Bedeutung beimessen darf. Die Embryoentwickelung lässt also die Auffassung des Kotyledos als eines laubblattähnlichen Gebildes nicht als unannehmbar erscheinen.

Wie ich im Vorhergehenden beleuchtete, lässt es sich also verstehen, wie die mehr oder minder laubblattunähnlichen Kotyledonen sich aus laubblattähnlichen entwickeln konnten, und es ist wohl denkbar, dass die Kotyledonen aller Monokotylen ihrer ursprünglichen Natur nach laubblattähnliche Organe, also den Kotyledonen der Dikotylen analog sind.

Wenden wir uns nun der zweiten Auffassung zu und betrachten die gefundenen Thatsachen in Bezug auf diese Hypothese, so können wir uns folgende Vorstellung von den Schritten machen, welche zur Bildung laubblattähnlicher Kotyledonen aus einem Sauger und einer Scheide führten.

Obgleich wir nicht annehmen dürfen, dass die Kotyledonen der Gramineen und Cyperaceen die primären, phylogenetisch am ersten auftretenden Formen sind, können wir sie doch als diejenigen ansehen, welche diesen noch am nächsten stehen. Wir haben hier nun zwei Organe zu unterscheiden, nämlich 1) den Sauger (mit dem Leiter) und 2) die Scheide. Beide haben eine verschiedene Aufgabe, indem der erstere die im Nährgewebe aufgespeicherten Reservestoffe aufzusaugen und weiter zu leiten, die letztere

die Laubblattknospe zu schützen hat. Andererseits stehen sie in einem gewissen Zusammenhang, indem beide aus ein und demselben Gewebecomplex hervorgehen und abgesehen von einzelnen Fällen auch später in augenscheinlicher Weise von ein und demselben Punkte des Centralcylinders des Keimlings aus ihre Leitbündel erhalten. Dennoch ist es möglich, dass sie ursprünglich völlig von einander getrennt waren. Bedenken wir nämlich, dass die Embryonen von *Hyacinthus candicans* (Figur 28) und *Carex folliculata* (Figur 134) im wesentlichen dieselbe Anordnung der Teile aufweisen, und dass aus ihnen so differente Formen hervorgehen, wie sie durch die Figuren 25—27 und 132—133 dargestellt werden, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die jungen Keimlinge und auch die Embryonen sehr plastisch sind, dass Umgestaltungen an ihnen leicht vor sich gehen können. So ist es denkbar, dass ursprünglich die Anlage des Saugers (nebst Leiter) unter der der Scheide und weiterhin, wie oben auseinandergesetzt, unter der des Vegetationspunktes lag [vielleicht ist jetzt noch die Anlage von Sauger und Leiter von der der Scheide durch die äusserst kleine Anlage eines oberen Hypokotylstückes getrennt], und dass die genannte Leitbündelverbindung ursprünglich nicht vorhanden war, sondern secundär entstand. Es ist also möglich, dass der Sauger (mit dem Leiter) an sich ein am Hypokotyl befindliches Organ eigener Art war, welches nachträglich mit der darüber stehenden, etwas laubblattähnlichen Scheide in Verbindung trat. Während sich in dieser Weise die Gestaltung des Kotyledos der Gramineen und Cyperaceen erklären lässt, fragt es sich nun, wie der Übergang zu solchen Formen erfolgen konnte, bei welchen der Sauger (mit dem Leiter) sich an das untere, mittlere und obere Ende der Scheide ansetzt.

Halten wir an der Plasticität der Teile des Embryos fest, so können wir uns folgendes vorstellen. Wenn bei horizontaler Lage des Embryos in seiner ursprünglichen Form die Radicula (eventuell mit einem Teile des Hypokotyls) sich nach unten krümmte und so weiterwuchs, dass ihre Längsrichtung mit der des übrigen Embryos einen rechten Winkel bildete, und wenn dann ein auch nur äusserst kurzes oberes Hypokotylstück entgegengesetzt stark nach oben wuchs und die Anlage der Scheide und Laubblattknospe mit emportrug, ohne dass das den Leiter und Sauger tragende Hypokotylstück sich wesentlich vergrösserte, so entstanden Formen, wie die Keimlinge der meisten Gräser, von *Carex folliculata* und *Tigridia Pavonia*. Wuchs aber das unendlich kleine Hypokotylstück zwischen der Anlage der Scheide und der des Leiters und Saugers nicht, während die Scheide und die Laubblattknospe sich stark nach oben zu streckten, so kamen Formen zustande, wie die der ersten Untergruppe der Gräser. Verschmolz weiterhin die Anlage der Scheide mit der des Leiters und Saugers völlig, sodass beide von einem gemeinsamen, sich nicht vergrössernden Hypokotylstück getragen wurden, so bildeten sich bei gleichem weiteren Verhalten von Scheide, Laubblattknospe und Radicula, wie oben, zunächst Formen, wie die von *Washingtonia robusta* und *Canna indica*. Rückte schliesslich die Anlage des Leiters und Saugers eine Kleinigkeit an derjenigen der Scheide in die Höhe, so entstanden den Keimlingen von *Commelina coelestis* ähnliche Formen, falls der unterste Scheidenteil zugleich mit dem oberen stärker heranwuchs, dagegen Formen, wie die von *Iris Pseud-Acorus* und die von *Asphodelus luteus*, falls die Anlage des oberen Scheidenteiles fast ganz oder gänzlich unentwickelt blieb, die des untersten Scheidenteiles jedoch kräftig sich entfaltete. Dass bei den letztgenannten Formen der Leiter ziemlich lang werden konnte und dann die Lage des Samens und der Knospe im Erdreiche regulierte, ist nicht auffallend. Ebensowenig kann es überraschen, dass der Leiter weiterhin eine noch beträchtlichere Grösse erreichen, durch besondere Wachstumsvorgänge aus dem Boden heraustreten und Assimilationsfunction übernehmen konnte, wodurch Formen, wie die von *Asphodelus fistulosus*, zustande kamen. Dass

schliesslich bei solchen Monokotylen, welche das Nährgewebe einbüssten, der Sauger verschwand, muss als natürlich hingestellt werden. Auch ist es leicht erklärlich, dass bei den zuletzt besprochenen Arten der assimilierende Leiter seiner Function entsprechend mehr und mehr Ähnlichkeit mit einer Laubblattspreite annahm. So sind wir denn in der angegebenen Weise, von der Zweiheit eines Saugers (nebst Leiter) und einer Scheide ausgehend, zu laubblattähnlichen Kotyledonen (mit laubblattähnlicher Scheide und Spreite) gelangt.

Für diese zweite Auffassung spricht der Umstand, dass in den von mir untersuchten Fällen der Kotyledo und die ersten Laubblätter niemals gleichgebaut und niemals durch continuierliche Übergänge miteinander verbunden sind, sowie ferner der Umstand, dass bei den laubblattähnlichen Kotyledonen der Dikotylen niemals ein besonderer Sauger vorkommt. Dagegen spricht allerdings, dass man bei der Annahme einer ursprünglichen Trennung von Sauger (mit Leiter) und Scheide keinen Zweckmässigkeitsgrund dafür angeben kann, dass der Leitbündelverlauf ein derartiger wurde, dass bei *Cyperus reflexus* ein besonderes Leitbündel als Fortsetzung des Scheidenleitbündels das Zwischenstück durchzieht und sich an dessen unterem Ende mit dem Saugerleitbündel vereinigt, dass andererseits bei *Carex folliculata* und den meisten Gräsern ein besonderes Leibündel als Fortsetzung des Saugerleitbündels (und Leiterleitbündels) das Zwischenstück durchsetzt und an dessen oberem Ende sich mit dem Scheidenleitbündel (bezw. den Scheidenleitbündeln) vereinigt, und dass schliesslich bei *Tigridia Pavonia* die Verlängerung des Sauger- und Leiterleitbündels durch das Zwischenstück durch in die Scheide eindringt und in deren mittlerem Teile mit ihrem Leitbündel verschmilzt.

Fragen wir weiter nach dem Vorteil, welchen das Emporrücken des Saugers und Leiters an der Scheide bringen konnte, so lässt sich höchstens sagen, dass auf diese Weise die Radicula tiefer in den Boden hineingeschoben werden konnte, wenn der Samen aus irgend welchem Grunde in der Nähe der Erdoberfläche bleiben musste, wodurch aber das im allgemeinen Nachteilhafte eingetreten wäre, dass auch die Laubblattknospe von der Erdoberfläche entfernt worden wäre, und was durch eine entsprechende Verlängerung des Hypokotyls ohne den genannten Nachteil einfach erreicht worden wäre. Die Regulierung der Lage des Samens und der Laubblattknospe im Erdreiche (in dem Sinne, dass ersterer tiefer, letztere weniger tief in demselben sich befinden soll) würde durch ein Emporrücken des Saugers und Leiters an der Scheide geradezu erschwert, indem bei der Annahme einer ursprünglichen Trennung derselben es als Materialverschwendung bezeichnet werden muss, dass z. B. bei *Iris Pseud-Acorus* ein langer Leiter zur Spitze der Scheide führt, anstatt dass ein kurzer Leiter den tiefer im Boden steckenden Samen mit dem Hypokotyl oder der Scheidenbasis direct verbindet. Dass aber durch das Emporrücken des Saugers und Leiters und die besondere Verlängerung und Ausbildungsweise des letzteren schliesslich der Vorteil erzielt wurde, dass der Leiter als Assimilationsorgan dienen konnte, darf hier nicht angeführt werden, weil man nicht annehmen kann, dass die Pflanze zwecklose oder gar nachteilige Umgestaltungen vornimmt, um durch sie im Laufe langer Zeit auf dem Wege allmählicher Entwickelung endlich einen Nutzen zu erlangen. Es kann also ein directer Zweckmässigkeitsgrund für ein Hinaufrücken des Saugers und Leiters an der Scheide nicht ohne weiteres angeführt werden.

Hält man jedoch an der zweiten Auffassungsweise fest, so drängt sich noch die Frage auf, welche Analogien bei anderen Pflanzengruppen bestehen, d. h. inwieweit eine Ähnlichkeit zwischen dem Sauger der Monokotylen und gewissen Gebilden der Gymnospermen und Gefässkryptogamen wahrzunehmen ist.

Nach Orpen Bower („On the germination and histology of the seedling of *Welwitschia mirabilis*"; Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXI, 1881, S. 15 etc.) entwickelt sich bei der Keimung am Embryo von *Welwitschia mirabilis* unterhalb der beiden Kotyledonen in Form eines keilförmigen Zapfens ein mit cuticulalosen Epidermiszellen versehener, parenchymatischer, leitbündelloser Hypokotylauswuchs, welcher sich mehr und mehr vergrössert und, wenn die Kotyledonen zufolge einer beträchtlich werdenden Streckung des oberen Hypokotylteiles aus dem Samen herausgezogen sind, die ganze Höhlung in dem noch reichlich mit Nährstoffen versehenen Endosperm ausfüllt. Wenn die Reservestoffe ausgesogen sind, stirbt er ab. Dieses Gebilde, welches Bower mit Recht „Feeder" nennt, entspricht in seiner physiologischen Leistung völlig dem Sauger der Monokotylen. Es unterscheidet sich von demjenigen z. B. der Gramineen aber wesentlich durch das Fehlen von Leitbündeln und durch eine ganz andere Entwickelungsgeschichte, indem es erst bei der Keimung aus dem untersten Hypokotylteil (unterhalb der Plumula) hervorgeht und nicht terminal (oberhalb der Plumula) von vornherein angelegt wird. Der letztere Unterschied fällt zwar, abgesehen von dem späten Auftreten des fraglichen Gebildes, weg, wenn man auf die ursprüngliche Entwickelungsgeschichte von Sauger (nebst Leiter) und Scheide der Gramineen und Monokotylen überhaupt, wie sie nach dem Obigen gedacht werden kann, zurückgeht. Hält man also an der zweiten Auffassung fest, dann zeigen die Scheide bezw. der Sauger der Gräser und die Kotyledonen bezw. der Saugfortsatz von *Welwitschia mirabilis* einige Analogien.

Ähnlich liegen die Verhältnisse nach Orpen Bower („The germination and embryogeny of *Gnetum Gnemon*"; Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXII, 1882, S. 278 etc.) bei *Gnetum Gnemon*. Hier biegen jedoch die Leitbündel des Hypokotyls zum Teile in den Saugfortsatz ein, laufen dessen unterer Seite entlang zur Spitze hin, wenden sich dann um und kehren zum Hypokotyl zurück. Eine besondere Leitbündelverbindung zwischen dem Saugfortsatz und den Kotyledonen besteht aber keineswegs. Es ist hier nicht einmal die relative Lage des Saugfortsatzes (Hypokotylauswuchses) zu den Kotyledonen eine constante. Insofern unterscheidet sich also der „Feeder" von *Gnetum Gnemon* wesentlich vom Sauger z. B. der Gramineen.

Schliesslich lässt sich der Sauger der Monokotylen mit dem „Fuss" der Gefässkryptogamen vergleichen, so z. B. mit demjenigen der Selaginellaceen. Beide haben eine gleiche physiologische Function, unterscheiden sich aber wesentlich durch eine ganz andere Entwickelungsgeschichte. Während der Sauger der Monokotylen ja aus einer Zelle hervorgeht, welche von vornherein, nachdem erst wenige Zellteilungen eingetreten sind, endständig ist und über der Zelle liegt, aus welcher sich das Hypokotyl entwickelt, gilt für den Fuss, überhaupt den Embryo der Selaginellaceen folgendes. Nach Pfeffer („Die Entwickelung des Keimes der Gattung *Selaginella*; Botan. Abhandl., herausgeg. v. Hanstein, I. Bd., 1871) liefert bei *Selaginella Martensii* einerseits der obere Abschnitt des zunächst aus der Keimmutterzelle entstandenen Zellcomplexes die zwei Kotyledonen und die Achsenanlage, andererseits der untere Abschnitt das Hypokotyl, den Fuss und die Wurzelanlage. Dabei sind die Teilungsvorgänge derartige, dass eine gewisse Zelle durch fortgesetzte Zerlegung in Tochterzellen einen Zellcomplex als erste Anlage für die Hälfte des Prokambiumstranges des Hypokotyls, einen zweiten als solche für die Hälfte des Rindengewebes des Hypokotyls, einen dritten als solche für den Fuss, einen vierten als solche für den Prokambiumstrang der Wurzel und einen fünften als solche für den Rest des Wurzelgewebes erzeugt. Die Zellen, aus welchen der Fuss hervorgeht, liegen zwischen den Ursprungszellen des Hypokotyl- und des Wurzel-Rindengewebes (a. a. O. S. 38 und 39),

und zwar so, dass sie von letzteren nicht scharf abgetrennt sind (a. a. O. S. 41). Der Fuss kann also ebensogut als zur Wurzel gehörig, wie als zum Hypokotyl gehörig betrachtet werden. Er ist ein Organ eigener Art, welches seiner Entstehung nach nicht mit dem Sauger der Monokotylen in eine Parallele gestellt werden kann. Er unterscheidet sich von letzterem auch durch den Mangel an Leitbündeln bezw. Prokambiumsträngen.

Nachdem im Vorhergehenden die beiden Auffassungsweisen des Kotyledos der Monokotylen betrachtet sind und dabei auf eventuelle Analogien in anderen Pflanzengruppen hingewiesen ist, liesse sich noch die Frage aufwerfen, wie sich wohl die Monokotylen mit ihrem eigentümlichen Kotyledo an die anderen Pflanzengruppen anschliessen. Es käme die Erörterung der Fragen in Betracht, ob die Monokotylen sich durch Schwund eines Kotyledos aus den Dikotylen und weiterhin aus den Gymnospermen entwickelten, wie Strasburger („Die Coniferen und Gnetaceen", S. 317 etc.) annimmt, oder ob beide in ähnlicher oder verschiedenartiger Weise unmittelbar aus den Gymnospermen hervorgingen (vergl. Solms-Laubach I), oder ob die Monokotylen und Dikotylen als zwei getrennte Entwickelungsreihen direct von den Archegoniaten abzuleiten sind, wie es Kny thut (Kny, „Die Entwickelung der Parkeriaceen" etc.; Nova Acta Leop. Carol., 37. Bd., Nr. 4, 1875). Hierüber lässt sich ohne weiteres nichts sagen, da uns ausschlaggebendes paläontologisches Material völlig fehlt. Und auf eine Discussion einzugehen, möchte ich unterlassen, da dieselbe nur eine fruchtbare sein kann, wenn über die Bedeutung des Kotyledos der Monokotylen mehr Klarheit herrscht, als durch meine Untersuchungen und Erwägungen geschaffen werden konnte. Die Bearbeitung einer grösseren Zahl von Keimlingen der verschiedensten Arten und vor allem eine genaue Beobachtung der wirklichen Vorgänge, welche sich bei der Embryoreife und bei Beginn der Keimung abspielen, dürfte in Zukunft wohl mehr Licht über die fragliche Kotyledonarnatur verbreiten.

Die vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institute der Universität Marburg angefertigt. Dem Director desselben, Herrn Professor Dr. Arthur Meyer, gestatte ich mir, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse und die mir freundlichst gewährte Unterstützung auszusprechen. Ferner will ich nicht unterlassen, Herrn Apotheker M. Toppelius aus Helsingfors (Finnland) für die in liebenswürdiger Weise geleistete Hülfe beim Übersetzen der Schriften Lewin I und Didrichsen I zu danken.

Lebenslauf.

August Schlickum wurde am 7. August 1867 zu Winningen a. d. Mosel geboren, als Sohn des dortigen, leider zu früh verstorbenen Apothekers Oskar Schlickum und der Mathilde, geb. Berninger, evangelischer Confession. In der Volksschule und der Rectoratschule meines Heimatortes, sowie durch Privatunterricht meines Vaters vorbereitet trat ich Ostern 1880 in die Quarta des Königl. Gymnasiums zu Koblenz ein, welche Anstalt ich Ostern 1887, mit dem Zeugnis der Reife versehen, verliess. Nunmehr studierte ich an den Universitäten Bonn, Zürich, Berlin und Marburg Naturwissenschaften und Mathematik. Im Herbst 1891 unterzog ich mich zu Marburg dem Staatsexamen für Candidaten des höheren Schulamtes, welches ich am 5. Mai 1893 vollendete. Von Herbst 1892 bis Ostern 1895 war ich Assistent am botanischen Institute der Universität Marburg. Nunmehr befinde ich mich als Mitglied des pädagogischen Seminars zu Koblenz a. Rhein.